ISSN 00224847

# 台灣農業研究

第五十五卷　　第三期

## 研究報告

黑糯玉米台農 5 號之育成
謝光照、盧煌勝 ........................................149

黑糯玉米台農 5 號之品種特性
謝光照、余志儒、蔡志濃、蔡淑珍........................164

台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性分析
謝光照..............................................174

不同甘藷品種於釀酒特性之研究
利幸貞、蔡淑珍、劉慧瑛、陳一心 ........................181

膜莢黃耆的農藝性狀調查與活性成分分析
林義恭、陳邦華、張永勳、吳岳文
劉新裕、賴瑞聲、高瑞隆、劉嘉仁 ........................190

水稻台中秈 10 號不同生育期對引起淡黃化型白葉枯病之菌株反應
謝麗娟、張義璋、謝廷芳..................................201

中華民國九十五年九月
行政院農業委員會農業試驗所出版
中華民國 臺灣 臺中縣 霧峰鄉

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):149~163 (2006)

# 黑糯玉米台農 5 號之育成[1]

謝光照[2, 4] 盧煌勝[3]

## 摘　　要

謝光照、盧煌勝。2006。黑糯玉米台農 5 號之育成。台灣農業研究 55：149-163。

黑糯台農 5 號爲單雜交種，由自交系 PE31-2 及 PO4 雜交而成。母本 PE31-2 係由台中大里地區所蒐集之黑糯族群（代爲 PE）經自交分離至 S5 世代所育成之自交系，果穗爲圓筒型，籽粒行數爲 8 行、硬粒型，紫色，籽粒深度長、多穗型，穗軸小，果皮薄之特性。父本 PO4 係由嘉義新港地區蒐集之黑糯族群 (PO) 經自交分離至 S5 世代所育成，具有植株葉片生長旺盛、長穗型、籽粒行數 8 行、硬粒型，紫紅色，多穗型，穗軸小，果皮薄之特性。黑糯台農 5 號爲單雜交種，植株外觀、株高及穗型整齊，穗長 16~18 cm 左右，行數爲 8 行居多，花絲爲白色，全國二年四期作含苞葉鮮果穗產量平均爲 10,961 kg/ha，與對照種黑美珍略低或無明顯差異；去苞葉鮮果穗產量爲 6,970 kg/ha 較對照種(黑美珍)稍低，具有優良品質之特性。栽培時以 120 ~ 150 kg/ha 氮肥施用量較爲理想。栽培密度以 80 × 25 cm 之行株距下可獲得合格穗率高且較高鮮果穗產量。黑糯新品系農試育 TAPH89-05 號於 94 年 11 月 29 日通過命名爲黑糯台農五號。

**關鍵詞：**黑糯玉米、單雜交種、鮮果穗產量。

## 前　　言

玉米屬異交作物，在自然狀態大多以異型結合體的型式存在，異型結合體的種原材料，經自交過程培育成自交系，才能雜交形成$F_1$雜種。一般自交系組合力的檢定親，可以選擇遺傳基礎較廣的天然授粉品種、合成品種、雙雜交種進行頂交，淘汰大部分一般組合力較差的自交系，再以單交或測交法選出較優之雜交組合。自交系亦可用於檢測一般組合力的改良效果 (Horner *et al*.1972,1973；Zambezi *et al*.1986)。Darrah等 (1972)、Comstock (1979) 與Charcosset等 (1990) 的研究均認爲以自交系當檢定親比族群當檢定親具有較大的遺傳變異，可有效的鑑別受檢自交系組合力的高低。

本所爲改進並提升黑糯玉米產量與品質，期能提供較目前對照品種更優之新品種供農民栽培及大眾食用，乃針對市面上黑糯玉米之缺點加強選育。以鮮果穗爲長穗型，外觀整齊，嫩度及風味佳，甜度高，Q 度好，果皮薄，口感佳爲育種目標。經過自交系的培育、組合力檢定、新品系比較試驗及二年區域試驗後，選育出黑糯玉米農試育 TAPH89-05 新品系，提出命名申請，並於 94 年 11 月 29 日通過審查命名爲黑糯玉米台農 5 號。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2262 號。接受日期：95 年 7 月 2 日。
2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 前行政院農委會農業試驗所農藝組研究員。
4. 通訊作者，電子郵件: x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機: (04)23302806。

# 材料與方法

### 育成過程之試驗項目、期間及地點

自交系培育及組合力檢定：(1) 自交系的培育:1997 秋作至 2000 秋作於農試所，將台灣不同地點蒐集而得及國外引入黑糯玉米族群，根據植株外觀、株型、穗型及果穗大小、抗病蟲性等，以一穗一行法進行自交系分離與選育，得$S_5$自交系。(2) 自交系一般組合力檢定：2001 春作於農試所、雲林縣崙背及元長鄉，分離至$S_5$之自交系與其它族群之自交系相互雜交之測交種，以黑美珍為對照種進行組合力檢定。田間設計為逢機排列，單行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm，二重複。

新品系比較試驗：於 2001 秋作至 2002 秋作，在霧峰、崙背及元長等地點進行新品系比較試驗。各地之田間設計為 RCBD，四重複，四行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm。

新品系區域試驗：2003 春作至 2004 秋作，於霧峰、崙背、元長、六腳及學甲等五個主要產區進行兩年之新品系區域試驗。各地之田間設計為 RCBD，四重複，六行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm。

穩定性分析：2003 春作至 2004 秋作，於霧峰、崙背、元長、六腳及學甲等五個主要產區進行兩年之新品系區域試驗之含苞葉及去苞葉鮮果穗產量資料進行分析（Finlay & Wilknson 1963）。

氮肥試驗：於 2003 秋作在農試所進行試驗，在密度為 80 x 30 cm 及磷：鉀=90：60 kg/ha 下，以四種氮肥等級 (90, 120, 150, 180 kg-N/ha) 進行氮肥試驗，田間設計為 RCBD、四重複、六行區，行長 6 m。

密度試驗：於 2003 秋作在農試所進行試驗，以氮：磷：鉀=150：90：60 kg/ha 施肥量下，田間排列為 RCBD、四重複、六行區，行長 6 m，四種密度等級 (80 × 20, 80 × 25, 80 × 30, 80 × 35 cm) 進行密度試驗。

### 玉米重要農藝性狀之調查項目

開花期 (days to tasseling)：由播種起至小區中 50%植株達雄穗始花所需日數。吐絲期 (days to silking)：由播種起至小區中 50%植株達雌穗開始吐絲所需日數。株高 (plant height)：小區逢機取 5 株由地面至雄穗主軸頂端的平均高度，以 cm 表示。穗位高 (ear height)：小區逢機取 5 株由地面至最上位雌穗基部平均高度，以 cm 表示。穗長 (ear length)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取整穗長度的平均值，以 cm 表示。穗徑 (ear diameter)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取果穗中間部位寬度之平均值，以 cm 表示。籽粒行數 (row number/ear)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，穗上籽粒行數的平均值。果穗率 (ear percentage)：鮮果穗佔含苞葉果穗之比率。合格穗率 (% of ear length >15 cm)：鮮果穗之長度在 15 cm(含)以上果穗之比率。鮮果穗產量 (ear fresh weight)：小區中 50%以植株達乳熟期時之鮮果穗重量，以 kg/m2 或 kg/ha 表示。

# 結　　果

### 種源來源及自交系之培育

由 83 年至 86 年所蒐集之黑糯玉米族群 (PA~PO) 材料，於 86 年秋作開始進行自交系之自交分離培育，至 89 年秋作完成自交 5 次之選拔，合計選留有 168 個，各個族群所選留之自交系其農藝性狀間具有極大之遺傳差異存在，可作為單交組合之育種材料，各族群所選留糯性之自交系數目如表 1 所列。

表 1. 黑糯玉米種源之背景資料

Table 1.Information of the purple-waxy maize germplasm

| Code | Inbred or population | Origin | Generation | Number | Description |
|---|---|---|---|---|---|
| PA | Inbred | Miauli/Howlong | $S_5$ | 9 | Waxy、larger kernel |
| PB | Inbred | Taichung/wufeng | $S_5$ | 19 | Waxy、middle kernel |
| PC | population | Nantour/Tsaotwen | $S_5$ | 6 | Waxy、larger kernel |
| PD | population | Taoyuan/Shinwu | $S_5$ | 6 | Waxy、larger kernel |
| PE | population | Taichung/Daili | $S_5$ | 24 | Waxy、larger kernel |
| PF | Variety | Tainan/Tzyyyuh478 | $S_5$ | 25 | Waxy、larger kernel |
| PG | population | Hualien/Juian | $S_5$ | 2 | Waxy、larger kernel |
| PH | population | Taitung/Taitung | $S_5$ | 3 | Waxy、early maturity |
| PI | population | Jiayih/Pohtzyy | $S_5$ | 6 | Waxy、larger kernel |
| PJ | population | Janghuah/Yuanlin | $S_5$ | 8 | Waxy、larger kernel |
| PK | population | Kaoshiung/FuhNong | $S_5$ | 15 | Waxy、larger kernel |
| PL | population | China | $S_5$ | 13 | Waxy、larger kernel |
| PM | population | China | $S_5$ | 18 | Waxy、larger kernel |
| PN | population | China | $S_5$ | 4 | Waxy、larger kernel |
| PO | population | Jiayih/Shingaang | $S_5$ | 10 | Waxy、early maturity |

**組合力檢定**

組合力檢定之田間設計為順序排列，每隔 9 行插入對照種（黑美珍）一行，二重複、單行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm。於 89 年春作先取部份自交系進行單交組合種子之生產，共收得 174 個單交組合。90 年春作在雲林元長、崙背和台中縣霧峰分三部份進行組合力檢定試驗，結果如下：(1) 元長試區：42 個$F_1$單交種之果穗，經品嚐後口感較佳者且其鮮果穗重表現較對照種黑美珍優異或相近者有 12 個組合（表 2），獲選之組合其開花期介於 61～67 days，吐絲期介於 63～69 days，呈現較對照種（黑美珍）來得晚開花及吐絲；株高之表現介於 140～180 cm之間，穗位高則介於 50～90 cm；去苞葉果穗鮮重介於 1,106～1,626 g/10 ear，穗長介於 15.8～19.5 cm，穗徑介於 34.0～44.2 mm，果穗行數 8～12 行。(2) 崙背試區：52 個$F_1$單交組合其果穗經品嚐後呈現糯性且表現優於對照種黑美珍者計有 18 個(表 2)。獲選之組合其開花期之變域介於 63～69 days，吐絲期則介於 64～72 days，株高介於 158～202 cm，穗位高介於 71～109 cm，去苞葉果穗鮮重介於 1,990～2,831 g/10 ear，穗長介於 16.2～19.7 cm，穗徑介於 37～44 mm，籽粒行數為 8～12 行，田間自然發病銹病等級介於 1～3 級。(3) 霧峰試區：80 個$F_1$單交種組合其果穗經品嚐後，根據Q度、果皮厚薄、果穗外觀整齊度、果穗大小及籽粒大小等綜合之結果，選留品質較佳且產量與對照種相近之組合計有 15 個 (表 2)，獲選留之組合其開花期之變域介於 57～63 days，吐絲期則介於 57～64 days，株高變異介於 170～223 cm，穗位高變異則介於 64～122 cm，去苞葉果穗鮮重介於 1,264～1,960 g/10 ear，穗長介於 16.2～20.0 cm，穗徑介於 33～44 mm，籽粒行數變異介於 8～14 行之間。

表 2. 90 年春作黑糯玉米組合力檢定獲選組合各項性狀之平均值

Table 2. Means of agriculturial triats of single-cross purple-waxy maize in combining ability test in the spring of 2001

| Location & Hybrid cross | Days to tasseling (day) | Days to silking (day) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh weight (g/10 ear) | Ear length (cm) | Ear diameter (mm) | Row number (No./ear) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| YuanJaang | | | | | | | | |
| PK19-2 × PE 31-1 | 64 | 66 | 150 | 55 | 1,269 | 17.8 | 37.0 | 8-10 |
| PK19-2 × PG 4 | 67 | 68 | 150 | 50 | 1,106 | 16.8 | 34.0 | 8-10 |
| PK19-2 × PJ 9-1 | 65 | 67 | 180 | 85 | 1,214 | 19.0 | 37.0 | 8-10 |
| PL20-1 × PF 27 | 63 | 65 | 170 | 80 | 1,268 | 8.1 | 40.0 | 10-12 |
| PL20-1 × PF 9 | 64 | 66 | 165 | 90 | 1,386 | 19.5 | 40.0 | 10 |
| PL20-1 × PG 5 | 64 | 66 | 160 | 80 | 1,248 | 18.2 | 38.0 | 10 |
| PL20-1 × PK 9 | 64 | 67 | 180 | 80 | 1,502 | 18.3 | 38.5 | 8 |
| PL20-1 × PM 35-1 | 67 | 69 | 150 | 70 | 1,279 | 18.8 | 37.8 | 8 |
| PL26-1 × PC 12-3 | 67 | 69 | 150 | 85 | 1,560 | 17.9 | 40.0 | 10 |
| PL26-1 × PB 11-1 | 67 | 69 | 155 | 85 | 1,124 | 17.5 | 35.8 | 8-10 |
| PL29-2 × PJ 4 | 63 | 65 | 150 | 75 | 1,626 | 16.5 | 44.2 | 8-12 |
| PL29-2 × PK 6 | 63 | 65 | 165 | 90 | 1,329 | 15.8 | 37.8 | 8-10 |
| Black pear (ck) | 61 | 63 | 140 | 65 | 1,208 | 18.5 | 41.0 | 10-12 |
| $LSD_{0.05}$ | - | - | - | - | 288 | - | - | - |
| Luenbey | | | | | | | | |
| PC12-1 × PM 19 | 63 | 64 | 173 | 88 | 2,041 | 17.8 | 39 | 8-10 |
| PE19-1 × PI 4 | 65 | 66 | 189 | 98 | 2,370 | 19.5 | 39.2 | 8-12 |
| PE19-1 × PJ 4 | 63 | 64 | 191 | 98 | 2,260 | 16.8 | 41.0 | 8-12 |
| PK1-2 × PB 16 | 69 | 71 | 181 | 106 | 2,045 | 16.2 | 36.2 | 10 |
| PK1-2 × PJ 4 | 65 | 66 | 189 | 99 | 2,192 | 18.0 | 42 | 8-10 |
| PK1-2 × PJ 10 | 65 | 66 | 202 | 100 | 2,831 | 19.0 | 45 | 10-12 |
| PK1-2 × PJ 19-1 | 65 | 67 | 199 | 100 | 2,315 | 19.7 | 41 | 10-12 |
| PM13-2 × PI 1 | 65 | 66 | 186 | 109 | 2,309 | 17.0 | 39.0 | 8-10 |
| PM13-2 × PI 4 | 65 | 66 | 202 | 108 | 2,549 | 17.0 | 42.0 | 8-10 |
| PM13-2 × PJ 10 | 66 | 67 | 188 | 96 | 2,718 | 17.5 | 44.0 | 10 |
| PM13-2 × PJ1 9-1 | 64 | 66 | 189 | 99 | 2,803 | 18.5 | 40.0 | 8-10 |
| PM13-2 × PO 9 | 65 | 67 | 195 | 104 | 2,323 | 17.5 | 41.0 | 10 |
| PM34-1 × PF 9 | 64 | 65 | 185 | 90 | 2,731 | 18.0 | 42.2 | 12 |
| PM34-1 × PJ 19-1 | 64 | 65 | 182 | 95 | 2,410 | 17.2 | 38.5 | 10 |
| PM34-2 × PD 10 | 69 | 72 | 158 | 71 | 2,563 | 17.0 | 36.5 | 8-10 |
| PM34-2 × PO 11-1 | 65 | 67 | 170 | 84 | 2,197 | 16.8 | 37.5 | 8-10 |
| PM34-2 × PO 12 | 67 | 68 | 177 | 95 | 2,310 | 18.0 | 37.0 | 8 |
| PM34-2 × PP 12-6 | 65 | 67 | 178 | 90 | 2,112 | 17.5 | 38.0 | 8-10 |
| Black pear (ck) | 65 | 66 | 171 | 93 | 1,990 | 17.0 | 40.7 | 8-12 |
| $LSD_{0.05}$ | - | - | - | - | 418 | - | - | - |

[Z] * PE31-2 × PO 4 is TAPH89-05.

表 2. 90 年春作黑糯玉米組合力檢定獲選組合各項性狀之平均值(續)

Table 2. Means of agriculturial triats of single-cross purple-waxy maize in combining ability test in the spring of 2001

| Location & Hybrid cross | Days to tasseling (day) | Days to silking (day) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh weight (g/10 ear) | Ear length (cm) | Ear diameter (mm) | Row number (No./ear) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wufeng | | | | | | | | |
| PL17-1 × PF 5 | 61 | 62 | 202 | 92 | 1,481 | 18.5 | 36 | 8-10 |
| PL30-1 × PF 5 | 62 | 64 | 218 | 112 | 1,721 | 18.2 | 40.5 | 12 |
| PE23-1 × PF 5 | 60 | 61 | 220 | 122 | 1,960 | 19.5 | 44.0 | 12-14 |
| PE23-1 × PO 12 | 62 | 63 | 198 | 99 | 1,472 | 19.2 | 37.8 | 8-10 |
| PE23-1 × PH 3 | 63 | 64 | 196 | 95 | 1,570 | 20.0 | 38.2 | 10 |
| PE23-1 × PM 35-1 | 59 | 62 | 116 | 64 | 1,279 | 17.8 | 33.8 | 8-10 |
| PE31-2 × PH 3 | 61 | 62 | 182 | 85 | 1,209 | 16.8 | 33.0 | 8-10 |
| PE31-2 × PO 4$^{*Z}$ | 63 | 64 | 185 | 83 | 1,280 | 17.5 | 35 | 8 |
| PJ23-1 × PF 5 | 59 | 59 | 223 | 113 | 1,706 | 18.0 | 40.2 | 10-12 |
| PJ23-1 × PF 27 | 60 | 60 | 221 | 115 | 1,400 | 16.0 | 38.0 | 8-12 |
| PJ23-1 × PO 4 | 63 | 62 | 221 | 113 | 1,264 | 16.2 | 35.5 | 8 |
| PK1-1 × PM 13-2 | 59 | 62 | 198 | 90 | 1,641 | 19.5 | 40 | 8 |
| PK1-1 × PM 35-1 | 63 | 65 | 182 | 80 | 1,451 | 17.5 | 37.8 | 8 |
| PK1-1 × PO 4 | 61 | 62 | 184 | 95 | 1,666 | 16.2 | 37.8 | 8 |
| PK1-1 × PP 3-1 | 62 | 64 | 188 | 85 | 1,456 | 16.2 | 37.2 | 8-10 |
| Black pear (ck) | 57 | 57 | 170 | 82 | 1,448 | 17.0 | 39.5 | 10-12 |
| $LSD_{0.05}$ | - | - | - | - | 322 | - | - | - |

$^{Z}$* PE31-2 × PO 4 is TAPH89-05.

由上述三地點所選留之組合 45 個，再經果穗外型、果皮厚度及品評口感之比較後選出 14 個組合爲新品系產量比較試驗之新品系。

**新品系產量比較試驗**

新品系產量比較試驗之田間設計爲逢機完全區集設計 (RCBD)，四重複、四行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm，肥料施用量爲N：P2O5：K2O = 150：90：60 kg/ha。90 年秋作繼續將組合力檢定所選留的 14 個黑糯單交組合＋對照種(黑美珍)於崙背試區，進行第一次新品系產量比較試驗，試驗結果顯示，此 14 個新品系其開花期之變域介於 47～51 days之間；吐絲期的變域範圍則介於 48～52 days之間；株高之變域在 141～181 cm之間；穗位高之變域在 45～80 cm之間；含苞葉果穗鮮重之變域介於 7.24～9.98 kg/9.6 $m^2$；而去苞葉果穗重之變域在 5.00～7.36 kg/9.6 $m^2$之間；果穗率則介於 66.38～75.61 %之間；穗長之變域則介於 15.1～17.5cm之間；穗徑之變域介於 33.0～39.9 mm之間；籽粒行數之變域則介於 8.0～12.0 行之間（表 3）。其中TAPH89-01、TAPH89-02 與TAPH89-05（PE31-2 × PO4）之含苞葉果穗鮮重分別爲 9.98、764 和 7.82 kg/9.6 $m^2$；去苞葉果穗重之表現分別爲 7.36、5.09 和 5.86 kg/9.6 $m^2$，均具有較佳之口感，且果皮較薄且含量少，爲優良之雜交組合。

表 3. 90 年秋作黑糯玉米新品系產量比較試驗(崙背試區)

Table 3. Means of agronomic characters of maize hybrids in yield trials at Luanbey in the fall crop of 2001

| Variety | Days to tasseling (day) | Days to silking (day) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh weight with husk (kg/9.6m$^2$) | Ear fresh weight non-husk (kg/9.6m$^2$) | Ear rate (%) | Ear length (cm) | Ear diametern (mm) | Row umber (No./ear) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TAPH89-01 | 49 | 52 | 148 | 68 | 9.98 | 7.36 | 73.68 | 16.9 | 39.4 | 8.2 |
| TAPH89-02 | 48 | 50 | 154 | 67 | 7.64 | 5.09 | 66.69 | 15.9 | 36.5 | 8.0 |
| TAPH89-03 | 47 | 49 | 155 | 74 | 8.58 | 5.97 | 69.87 | 15.9 | 37.3 | 8.9 |
| TAPH89-05*Z | 50 | 52 | 143 | 61 | 7.82 | 5.86 | 74.90 | 17.0 | 33.3 | 8.5 |
| TAPH89-06 | 50 | 52 | 150 | 65 | 8.99 | 6.64 | 73.94 | 16.9 | 39.0 | 9.4 |
| TAPH89-07 | 50 | 52 | 135 | 47 | 7.36 | 5.61 | 75.61 | 15.5 | 39.8 | 11.4 |
| TAPH89-08 | 51 | 52 | 141 | 50 | 9.82 | 7.05 | 71.39 | 17.3 | 37.6 | 9.8 |
| TAPH89-09 | 49 | 52 | 143 | 55 | 7.24 | 5.00 | 69.26 | 15.4 | 33.0 | 8.4 |
| TAPH89-10 | 47 | 48 | 181 | 80 | 8.03 | 5.67 | 68.63 | 17.5 | 36.6 | 10.9 |
| TAPH89-11 | 47 | 50 | 155 | 67 | 8.36 | 5.77 | 69.05 | 15.0 | 39.9 | 12.1 |
| TAPH90-12 | 50 | 53 | 150 | 62 | 8.45 | 5.62 | 66.38 | 15.7 | 38.7 | 8.7 |
| TAPH90-13 | 50 | 52 | 150 | 57 | 9.48 | 6.66 | 70.89 | 15.1 | 38.7 | 9.2 |
| TAPH90-14 | 50 | 52 | 150 | 54 | 8.84 | 5.37 | 60.89 | 15.6 | 36.9 | 9.8 |
| Black pear (ck) | 48 | 50 | 125 | 45 | 8.22 | 5.90 | 71.70 | 16.7 | 39.2 | 10.0 |
| $LSD_{0.05}$ | 2 | 2 | 24 | 16 | 1.35 | 1.12 | 3.86 | 0.8 | 2.1 | 1.2 |

Z * TAPH89-05 is PE31-2 x PO4.

由 90 年秋作崙背試區之產量表現及品評之結果，選留 TAPH89-01、TAPH89-02 與 TAPH89-05 爲後續試驗之新品系。91 年春作霧峰試區，黑糯玉米新品系產量比較試驗結果如表 4，新品系 TAPH89-05 的開花期爲 58 days、吐絲期爲 61 days、株高爲 184 cm、穗位高爲 93 cm，含苞葉果穗產量與去苞葉果穗產量分別爲 7.27 和 5.23 kg/9.6m$^2$，呈現稍微低產，果穗率爲 72%，穗長爲 17.9 cm，穗徑爲 35 mm，籽粒行數爲 8 行。對照種黑美珍的開花期爲 51 days、吐絲期爲 54 days、株高爲 185 cm、穗位高爲 90 cm，含苞葉果穗產量與去苞葉果穗產量分別爲 7.50 和 5.38 kg/9.6m$^2$，果穗率爲 71.8%，穗長爲 16 cm，穗徑爲 43 mm，籽粒行數爲 10 行。新品系 TAPH89-05 與對照種黑美珍鮮果穗重並無明顯差異。

91 年秋作在元長試區之新品系產量比較試驗之結果列於表 4，結果顯示新品系 TAPH89-05 之開花期爲 57 days，吐絲期爲 58 days，株高爲 171 cm，穗位高爲 80 cm，含苞葉重爲 8.98 kg/9.6m$^2$，去苞葉重爲 6.62 kg/9.6m$^2$，果穗率爲 73.7 %，穗長爲 18.5 cm，穗徑爲 35.3 mm，行數爲 8.2 行。對照種黑美珍之開花期爲 52 days，吐絲期爲 53 days，株高爲 145 cm，穗位高爲 60 cm，含苞葉重爲 9.14 kg/9.6m$^2$，去苞葉重爲 6.19 kg/9.6m$^2$，果穗率爲 67.8 %，穗長爲 17.6 cm，穗徑爲 41.4 mm，行數爲 10.2 行。霧峰及元長二試區之結果均顯示對照種黑美珍較 TAPH89-05 早一星期左右開花、吐絲及成熟，其穗型呈較短粗，苞葉含量也較多。根據果穗外觀之大小、穗行整齊度、籽粒大小、鮮穗產量及品嚐時果皮之厚薄等因素後，選留 TAPH89-02 (PJ23 × PO4) 及 TAPH89-05 (PE31-2 × PO4) 等二個組合爲區域試驗之新品系。

表 4. 91 年春作黑糯玉米新品系產量比較試驗(霧峰及元長試區)

Table 4. Means of agronomic characters of maize hybrids in yield trials at Wufeng in the spring and YuanJaang in the fall crop of 2002

| Lozation & Variety | Days to tasseling (day) | Days to silking (day) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh weight with husk (kg/9.6m$^2$) | Ear fresh weight non-husk (kg/9.6m$^2$) | Ear rate (%) | Ear length (cm) | Ear diametern (mm) | Row umber (No./ear) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wufeng spring | | | | | | | | | | |
| TAPH89-01 | 57 | 58 | 185 | 84 | 8.37 | 5.94 | 71.0 | 17.1 | 38 | 8 |
| TAPH89-02 | 56 | 57 | 212 | 91 | 6.87 | 4.40 | 64.0 | 16.9 | 37 | 8.2 |
| TAPH89-05*Z | 58 | 61 | 184 | 93 | 7.27 | 5.23 | 72.0 | 17.9 | 35 | 8 |
| Black pear (ck) | 51 | 54 | 185 | 90 | 7.50 | 5.38 | 71.8 | 16.0 | 43 | 10.0 |
| $LSD_{0.05}$ | 2 | 2 | 24 | 16 | 1.35 | 1.12 | 3.8 | 0.8 | 2.1 | 1.2 |
| YuanJaang fall | | | | | | | | | | |
| TAPH89-01 | 55 | 57 | 165 | 80 | 10.38 | 7.34 | 70.7 | 18.9 | 40.1 | 8.0 |
| TAPH89-02 | 56 | 57 | 175 | 85 | 9.62 | 6.16 | 64.0 | 16.4 | 39.4 | 8.0 |
| TAPH89-05* | 57 | 58 | 171 | 80 | 8.98 | 6.62 | 73.7 | 18.5 | 35.3 | 8.2 |
| Black pear (ck) | 52 | 53 | 145 | 60 | 9.14 | 6.19 | 67.8 | 17.6 | 41.1 | 10.2 |
| $LSD_{0.05}$ | 3 | 2 | 25 | 16 | 0.45 | 0.48 | 4.8 | 0.8 | 2.4 | 0.9 |

Z * TAPH89-05 is Tainung No. 5.

**新品系區域試驗**

由 92 年春作至 93 年秋作在台灣五個地點進行區域試驗，各地點之田間設計均為逢機完全區集設計 (RCBD)，四重複、六行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm。

92 年春作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 7,967 ~ 13,448 kg/ha 之間，總平均為 10,797 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,156 ~ 8,058 kg/ha，總平均為 7,053 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 8,536 ~13,041 kg/ha 之間，總平均為 10,698 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,489 ~ 8,050 kg/ha，總平均為 7,231 kg/ha。不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量與對照種（黑美珍）相比較，顯示二者無明顯差異存在（表 5）。

92 年秋作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 10,150~10,639 kg/ha 之間，總平均為 10,339 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,229 ~ 7,289 kg/ha，總平均為 6,892 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 9,076 ~12,302 kg/ha 之間，總平均為 10,338 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 6,284 ~ 8,187kg，總平均為 7,424 kg/ha。92 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量與對照種相比較，顯示二者無明顯差異（表 5）。

93 年春作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 11,782 ~ 12,484 kg/ha 之間，總平均為 12,062 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,491 ~ 7,275 kg/ha，總平均為 7,069 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 11,294 ~ 14,531 kg/ha 之間，總平均為 13,081 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 7,492 ~ 9,182kg，總平均為 8,404 kg/ha。93 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量相比較，均顯示黑美珍較 TAPH89-05 表現高產 (表 6)。

表 5. 92 年春作至 92 年秋作黑糯玉米新品系區域試驗含苞葉鮮果穗重與去苞葉鮮果穗重之平均值

Table 5. Ear fresh weight of maize hybrids with and without husk in regional yield trial in the spring and fall of 2003

| Variety | Wufeng Taichung | Luanbey Yunlin | YuanJaang Yunlin | Liowjeau Chiay | Shyuejea Tainan | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Spring 2003 | | | | | | |
| Ear fresh weight with husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 10,315 | 10,936 | 7,707 | 12,725 | 11,129 | 10,562 |
| TAPH89-05*Z | 10,680 | 11,105 | 7,967 | 13,448 | 10,783 | 10,797 |
| Black pear (ck) | 10,654 | 11,180 | 8,536 | 13,041 | 10,079 | 10,698 |
| $LSD_{0.05}$ | 1,154 | 725 | 1,083 | 1,755 | 1,680 | ---- |
| Ear fresh weight without husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 6,864 | 7,405 | 5,854 | 7,879 | 6,579 | 6,916 |
| TAPH89-05* | 7,128 | 7,412 | 6,156 | 8,058 | 6,513 | 7,053 |
| Black pear (ck) | 7,817 | 7,129 | 6,489 | 8,050 | 6,670 | 7,231 |
| $LSD_{0.05}$ | 906 | 429 | 706 | 1,072 | 850 | ---- |
| Fall 2003 | | | | | | |
| Ear fresh weight with husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 12,421 | 9,451 | 8,384 | 10,584 | 10,146 | 10,197 |
| TAPH89-05 | 10,246 | 10,150 | 10,383 | 10,639 | 10,276 | 10,339 |
| Black pear (ck) | 9,829 | 9,076 | 9,634 | 12,302 | 11,370 | 10,388 |
| $LSD_{0.05}$ | 984 | 568 | 1,091 | 700 | 1,356 | ---- |
| Ear fresh weight without husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 7,624 | 6,097 | 5,256 | 5,984 | 6,025 | 6,197 |
| TAPH89-05 | 6,800 | 7,205 | 7,289 | 6,937 | 6,229 | 6,892 |
| Black pear (ck) | 7,668 | 6,284 | 6,937 | 8,187 | 8,042 | 7,424 |
| $LSD_{0.05}$ | 700 | 368 | 741 | 326 | 896 | ----- |

Z * TAPH89-05 is Tainung No. 5.

93 年秋作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 9,758 ~ 11,422 kg/ha 之間，總平均為 10,647 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 5,669 ~ 7,571 kg/ha，總平均為 6,869 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 10,338 ~ 13,490 kg/ha 之間，總平均為 11,837 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 7,672 ~ 9,612kg，總平均為 8,442 kg/ha。93 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量相比較，均顯示黑美珍較 TAPH89-05 表現高產 (表 6)，主要原因為霧峰、六腳及學甲等三地碰到 12 月初之敏督利颱風，造成嚴重倒伏，此時黑美珍正達採收適期，而 TAPH89-05 則因晚一星期吐絲，尚未達採收適期，但因倒伏嚴重提前採收，故造成去苞葉鮮穗產量明顯偏低所致。由兩年區域試驗整體綜合比較顯示黑糯新品系 TAPH89-05 其去苞葉鮮果穗產量較對照種黑美珍稍微低產，但具有外觀修長、穗型整齊，果穗率高、穗軸小、果皮薄、口感佳之特性 (圖一)。

表 6. 93 年春作至 93 年秋作黑糯玉米新品系區域試驗含苞葉鮮果穗重與去苞葉鮮果穗重之平均值

Table 6. Ear fresh weight of maize hybrids with and without husk in regional yield trial in the spring and fall of 2004

| Variety | Wufeng Taichung | Luanbey Yunlin | YuanJaang Yunlin | Liowjeau Chiay | Shyuejea Tainan | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Spring 2004 | | | | | | |
| Ear fresh weight with husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 11,996 | 12,859 | 12,645 | 13,630 | 15,448 | 13,316 |
| TAPH89-05 | 11,782 | 11,859 | 12,024 | 12,161 | 12,484 | 12,062 |
| Black pear (ck) | 11,294 | 12,415 | 12,370 | 14,479 | 14,531 | 13,018 |
| $LSD_{0.05}$ | 1,274 | 1,577 | 1,019 | 1,032 | 694 | ----- |
| Ear fresh weight without husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 7,293 | 7,665 | 6,920 | 7,994 | 8,828 | 7,740 |
| TAPH89-05 | 7,275 | 7,143 | 6,491 | 7,161 | 7,275 | 7,069 |
| Black pear (ck) | 7,492 | 8,503 | 8,104 | 9,182 | 8,740 | 8,404 |
| $LSD_{0.05}$ | 615 | 1,335 | 595 | 696 | 695 | ----- |
| Fall 2004 | | | | | | |
| Ear fresh weight with husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 11,223 | 10,363 | 10,686 | 10,938 | 9,450 | 10,532 |
| TAPH89-05 | 9,758 | 10,728 | 10,489 | 11,422 | 10,839 | 10,647 |
| Black pear (ck) | 10,338 | 10,676 | 11,479 | 13,490 | 13,250 | 11,837 |
| $LSD_{0.05}$ | 993 | 1,162 | 469 | 910 | 1,092 | ----- |
| Ear fresh weight non- husk (kg/ha) | | | | | | |
| TAPH89-02 | 7,160 | 6,647 | 7,264 | 6,954 | 5,281 | 6,661 |
| TAPH89-05 | 6,858 | 7,571 | 6,975 | 7,270 | 5,669 | 6,869 |
| Black pear (ck) | 7,672 | 7,702 | 7,753 | 9,612 | 9,469 | 8,442 |
| $LSD_{0.05}$ | 733 | 852 | 283 | 545 | 874 | ---- |

Z * TAPH89-05 is Tainung No. 5.

1895 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

## 穩定性分析

利用 Finlay & Wilkinson (1963) 方法進行穩定性分析及一般之變異係數 (CV 值) 進行穩定性比較。將 92 年春作至 93 年秋作五個地區之產量數據合併分析，顯示在不同環境下，黑糯新品系 TAPH89-05 呈現與對照種黑美珍相近或低產。穩定分析顯示，在春作環境下，顯示黑糯新品系 TAPH89-05 之含苞葉果穗鮮重爲 11,429 kg/ha，較對照種黑美珍的 11,857 kg/ha，少 428 kg/ha，其減少幅度爲 3.61%；其迴歸係數爲 0.78，與虛無假說 b=1 沒有顯著差異，且其 CV 值最小爲 12.9%。在秋作環境，顯示黑糯新品系 TAPH89-05 之含苞葉果穗鮮重爲 10,492 kg/ha，較對照種黑美珍的 11,144 kg/ha，少 652 kg/ha，其減少幅度爲 5.85%；其迴歸係數爲 0.42，與虛無假說 b=1 差異顯著，但其 CV 值最小爲 4.3%（表 7）。

圖 1.黑糯台農 5 號植株（上）與果穗（下）
Fig. 1. The plant and ear appearance of Tainung No. 5.

表 7. 春作與秋作區試參試玉米新品系含苞葉鮮果穗產量與去苞葉鮮果穗產量之穩定性介量

Table 7. Parameters of ear fresh weight of maize hybrids with husk stability in regional yield trial at 5 locations in spring and fall in 2003 and 2004

| | Spring | | | | | Fall | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variety | Mean (kg /ha) | Diff. (kg/ha) | (%) | bi | CV (%) | Mean (kg /ha) | Diff. (kg) | (%) | bi | CV (%) |
| Ear fresh weight with husk | | | | | | | | | | |
| TAPH89-02 | 11,939 | 82 | 0.69 | 1.17 | 17.5 | 10,364 | -780 | -0.70 | 0.80 | 10.7 |
| TAPH89-05z | 11,429 | -428 | -3.61 | 0.78 | 12.9 | 10,492 | -652 | -5.85 | 0.42$^{*Y}$ | 4.3 |
| Black pear(ck) | 11,857 | 0 | 0 | 1.05 | 16.0 | 11,144 | 0 | 0 | 1.78$^{*}$ | 13.6 |
| $LSD_{0.05}$ | 314 | | | | | 275 | | | | |
| Ear fresh weight without husk | | | | | | | | | | |
| TAPH89-02 | 7,328 | -489 | -6.26 | 1.19 | 11.4 | 6,428 | -1,504 | -18.96 | 1.39 | 12.9 |
| TAPH89-05 | 7,061 | -756 | -9.67 | 0.63 | 7.7 | 6,879 | -1,053 | -13.28 | 0.34$^{*}$ | 8.1 |
| Black pear(ck) | 7,817 | 0 | 0 | 1.18 | 11.3 | 7,932 | 0 | 0 | 1.27 | 12.7 |
| $LSD_{0.05}$ | 188 | | | | | 275 | | | | |

[z] TAPH89-05 is Tainung No. 5

[y] * bi is larger than 5% probability level.

在春作，黑糯新品系 TAPH89-05 之去苞葉果穗鮮重爲 7,061 kg/ha，較對照種黑美珍的 7,817 kg/ha，少 756 kg/ha，其減少幅度爲 9.67%；而其迴歸係數爲 0.63，與 b=1 沒有顯著差異，其 CV 值爲 7.7%。在秋作，黑糯新品系 TAPH89-05 之去苞葉果穗鮮重爲 6,879 kg/ha，較對照種黑美珍的 7,932 kg/ha，少 1,053 kg/ha，其減少幅度爲 13.28%；而其迴歸係數爲 0.34，與 b=1 差異顯著，其 CV 值爲 8.1%（表 7）。

### 氮肥試驗

在密度爲 80 × 30 cm 及磷：鉀=90：60 kg/ha 施用量下，以四種氮肥等級 (N1= 90, N2 = 120, N3 = 150, N4 = 180 kg/ha) 進行氮肥試驗，田間設計爲逢機完全區集、四重複，行長 6 m，6 行區。試驗前測定表土有機質爲 1.6%，有機磷爲 35.5 ppm，有機鉀爲 80.0 ppm，PH 值爲 5.7；底土有機質爲 1.0%，有機磷爲 15 ppm，有機鉀爲 50.0 ppm，PH 值爲 6.0。試驗結果顯示在此四種氮肥等級下，所調查的性狀開花期、吐絲期、株高、穗位高合格穗率、穗長、穗徑等則無顯著差異，而含苞葉果穗鮮重則有顯著差異（表 8），以 N3=150 施肥量下具有最高之含苞葉果穗鮮重爲 8,845 kg/ha，其次爲 N2=120 下的 8,675 kg/ha，同時 N3 與 N2 都具有較長之果穗及較高之合格穗率，因此認爲 TAPH89-05 在密度爲 80 × 30 cm 下，氮肥施用量以 120~150 kg/ha 下較爲理想。

### 密度試驗

在氮：磷：鉀=150：90：60 kg/ha 施用量下，以四種密度等級 (D1 = 80 × 20 cm, D2 = 80 × 25 cm, D3 = 80 × 30 cm, D4 = 80 × 35 cm) 進行密度試驗，田間設計爲逢機完全區集、四重複、四種密度等級。結果顯示開花期、吐絲期、株高、穗位高、穗長在四種密度等級下均無顯著差異；含苞葉果穗鮮重則呈現隨密度之增加而增大，以 D1 (80 × 20 cm) 最高產，其次爲 D2；合格穗率呈現隨密度之

表 8. 臺農五號(TAPH89-05)在四種氮肥施用量下各項農藝性狀之平均值

Table 8. Yield and agronomic characters of maize Tainung No. 5 ( TAPH89-05) under four nitrogen rate at 80 x 30 cm planting density

| Nitrogen rate | Days to tasseling (days) | Day to silking (days) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh weight with husk (kg/ha) | ＞15cm at ear length (%) | Ear length (cm) | Ear diameter (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N1 (90kg/ha) | 51.8 | 54.5 | 213 | 106 | 8180 b*z | 94.5 | 18.2 | 37.4 |
| N2 (120kg/ha) | 51.8 | 54.3 | 215 | 107 | 8675 a | 98.7 | 18.8 | 37.5 |
| N3 (150kg/ha) | 52.3 | 54.8 | 215 | 107 | 8845 a | 100.0 | 18.7 | 37.5 |
| N3 (180kg/ha) | 51.8 | 54.8 | 213 | 106 | 8406 b | 100.0 | 18.5 | 37.0 |
| LSD$_{0.05}$ | 0.7 | 0.9 | 8 | 4 | 248 | 5.7 | 0.8 | 1.0 |

z * Mean with different letter are significantly different at 5% level.

表 9. 臺農五號(TAPH89-05)在四種密度下各項農藝性狀之平均值

Table 9. Yield and agronomic characters of maize Tainung No. 5 (TAPH89-05) under four planting density at 150 nitrogen rate

| Planting Density | Days to tasseling (days) | Day to silking (days) | Plant height (cm) | Ear height (cm) | Ear fresh with husk (kg/ha) | ＞15cm at ear length (%) | Ear length (cm) | Ear diameter (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D1 (80x20cm) | 51.8 | 54.8 | 220 | 107 | 11,162 | 81.9 | 18.4 | 36.5 |
| D2 (80x25cm) | 52.0 | 54.5 | 215 | 106 | 10,406 | 94.6 | 18.4 | 37.3 |
| D3 (80x30cm) | 52.3 | 54.5 | 215 | 108 | 9,350 | 96.6 | 18.8 | 37.5 |
| D4 (80x35cm) | 52.5 | 54.8 | 218 | 107 | 8,988 | 98.5 | 18.6 | 37.7 |
| LSD$_{0.05}$ | 0.8 | 0.8 | 13 | 9 | 518 | 4.0 | 0.4 | 0.9 |

減少而增大之趨勢，但在 D2 至 D4 間無明顯差異存在。綜合密度試驗結果，顯示在氮：磷：鉀=150：60：90 kg/ha 施用量下，以 80 × 25 cm 之栽培密度可獲得較高鮮果穗產量且較多之合格穗（表 9）。

## 討 論

台灣最近幾年流行栽培黑糯玉米，黑糯玉米是種很特殊的食用玉米，外觀黑紫獨特，口感香粘又美味，一般消費者盛爲喜愛，是一種營養豐富，且色香味爲一體黑色保健休閒食品，每年具有很大的消費量，但因栽培的品種大部份爲自然開放授粉之族群、三系雜交種 (黑美珍) 或與飼料玉米混雜授粉之後代，故其外觀之農藝性狀諸如花期、株高、果型、籽粒色澤、果皮厚度、甜度、口感上均具有極大的變異，造成產量及品質上參差不齊，影響消費者的購買慾望。一般果皮厚度超過 75 um 的玉米品種，因食用時口感粗糙，果皮殘渣多，較不能被消費者所接受 (Brewbaker *et al.* 1996)。

本所以鮮果穗爲長穗型，外觀整齊，嫩度及風味佳，甜度高，Q 度好，果皮薄，口感佳爲育種目標。並積極從事黑糯種源之蒐集與評估，自交系之自交培育、組合力之檢定、新品系產量比較試

驗、新品系區域試驗、氮肥施用量與栽培密度試驗等一序列育種程序，歷經 8 年後乃選出黑糯玉米新品系 TAPH89-05，並於 94 年 11 月 29 日通過命名爲玉米黑糯台農五號，商品名爲彩虹。

限於區試農家土地補償費預算不足，故僅在台中、雲林及嘉義等地區五個地點進行新品系區域試驗，由兩年四期作五地點之含苞葉果穗鮮重及去苞葉果穗鮮重合併進行穩定性分析，結果新品系 TAPH89-05 呈現不穩定，爲瞭解不穩定之原因乃以期作別進行穩定性分析，由結果可看出在春作新品系 TAPH89-05 呈現穩定，但在秋作則爲不穩定，其可能原因爲 93 年秋作，霧峰、六腳及學甲等三地點之試正巧區遇到 12 月初之敏督利颱風，造成嚴重倒伏，此時黑美珍正達採收適期，而台農五號 (TAPH89-05) 則因晚一星期左右吐絲，尙未達採收適期，但因倒伏嚴重提前採收，造成含苞葉鮮穗產量和去苞葉鮮穗產量明顯偏低，故呈現不穩定。但經過許多地區農友之試種，其結果反應出台農五號在秋作之產量及品質表現皆優於春作，故推薦台農 5 號可於秋作栽培。

本品種經農友種植及消費者之品嚐後，皆表示台農五號其果皮薄，Q 度好及甜度高，殘渣少，很好吃，反應極佳。但有部份烤玉米之攤販則反應本品種子之果穗穗軸太小，竹筷插入穗軸易裂開，造成不便。希望能針對上述之缺點加以改良，再育成單果穗重再大點 (約 220~250 g/ear) 且果皮薄、Q 度好、甜度高、殘渣少，穗軸較粗之品種，同時滿足不同消費型態之需求。

黑糯玉米台農五號栽培上應注意事項：農試育 TAPH89-05 號係由開放授粉的黑糯族群經自交分離培育成自交系後，再雜交而成之單交種，全年皆可栽培，栽培方法可依玉米栽培推廣手冊之栽培方法管理之。栽培密度以 75 × 30 cm 或 80 × 25 cm 爲宜，三要素需要量爲 N：P2O5：K2O=120~150：90：60 kg/ha。第二次追肥宜在抽穗前施用，可望獲得果型整齊、合格穗率高且較高之鮮果穗產量。栽培本品種時應與其它胚乳型之玉米錯開花期或隔開適當之種植距離，以免因花粉直感效應影響品質。

黑糯玉米台農五號推廣展望：黑糯玉米台農五號具有果穗外觀整齊且品質優，適合於春作、秋作及雲林、嘉義等區域栽培，且對南方型銹病、病毒病及露菌病爲中抗，但對普通型銹病、葉斑病及煤紋病均爲感，須注意防治。其抗亞洲玉米螟與對照種黑美珍相近，仍須防治。黑糯玉米台農五號之特點爲植株外觀及果穗整齊，穗型長、籽粒大、具有穗軸小，果皮薄且香又 Q，籽粒色澤鮮麗好看之外觀，適合於水煮後趁熱食用；於乳熟期末及糊熟期採收可獲得最佳之品質，將可提高消費者購買慾，增加農民收益。

## 引用文獻 (Literature cited)


Brewbaker, J. L., L. B. Larish, and G. H. Zan. 1996. Pericarp thickness of the indigenous American races of maize. Maydica 41:105-111.

Charcosset, A., M. Lefort-Buson, and A. Gallais. 1990. Use of top-cross designs for predicting performance of maize single cross hybrids. Maydica 35:23-27.

Comstock, R. E. 1979. Inbred lines vs the population as tester in reciprocal recurrent selection. Crop Sci. 19:881-886.

Darrah, L. L., S. A. Eberhart, and L. H. Penny. 1972. A maize breeding methods study in Kenya. Crop Sci. 12:605-608.

Finlay, K. W., and G. N. Wilkison. 1963. The analysis of adaption in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res.14:742-754.

Horner, E. S., W. H. Chapman, H. W. Lundy, and M. C. Lutrick. 1972. Commercial utilization of the products of recurrent selection for specific combining ability in maize. Crop Sci. 12:602-604.

Horner, E. S., H. W. Lundy, M. C. Lutrick, and W. H. Chopman. 1973. Comparison of the three method of recurrent selection in maize. Crop Sci. 13:485-489.

Zambezi, B. T., E. S. Horner, and F. G. Martin. 1986. Inbred lines as tester for general combining ability in maize. Crop Sci. 26:908-910.

# Breeding of Purple-glutinous Maize Hybrid Tainung No.5[1]

Guang-Jauh Shieh[2,4] and Hung-Shung Lu [3]

## Abstract

Shieh, G. J. and H. S. Lu.2006. Breeding of purple-glutinous maize hybrid Tainung No.5. J. Taiwan Agric. Res.55: 149-163.

Tainung No. 5 is a single-cross purple- glutinous maize hybrid. Its parental inbreds are PE31-2 and PO4. The maternal parent PE31-2 is a flint selected from the inbreeding progenies of PE population from Taichung. The paternal parent PO4 is a flint selected from the inbreeding progenies of PO population from Jiayih. The PE31-2 has the characters of long ear length, 8 row, purple kernel, larger kernel, thinner pericarp, high general combining ability (GCA), and susceptible to Asia borer in whorling stage and pollen shedding stage. The PO4 has the characters of long ear length, 8 row, purple-red kernel, middle kernel size, thinner pericarp,middle general combining ability (GCA), and middle resistant to Asia borer in whorling stage and pollen shedding stage. The Tainung No. 5 is uniformly plant height, ear height, plant and ear type,18 cm ear length, 8 row, larger kernel, with white silk color. The ear fresh weight with husk and ear fresh weight are lower than that of Black-pear, the control variety, by 3.61% and 5.85%, respectively. Under 120-150 kg/ha nitrogen level, and 80 × 25 cm planting density, the Tainung No. 5 has higher fresh ear yield and longer ear length.

**Key words:** Purple- glutinous maize, Hybrid, Fresh ear weight.

---

1. Contribution No.2262 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July, 2, 2006
2. Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Former Senior Agronomy, Agronomy Division, ARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: x486045@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):164~173 (2006)

# 黑糯玉米台農 5 號之品種特性[1]

謝光照[2, 6] 余志儒[3] 蔡志濃[4] 蔡淑珍[5]

## 摘　要

謝光照、余志儒、蔡志濃、蔡淑珍。2006。黑糯玉米台農 5 號之品種特性。台灣農業研究 55：164~173。

黑糯台農 5 號為單雜交種，在輪生期及開花期對螟蟲之抗性等級均與對照種相近；對南方型銹病、病毒病與露菌病為中抗，而對普通型銹病、葉斑病及煤紋病均為感。台農 5 號籽粒糖度及果皮厚度分別為 8.3 Brix°與 142 μm；籽粒果皮厚度較對照種黑美珍約薄 28%。果穗外觀、籽粒色澤、充實度、嫩度、風味、甜度、Q度及總評均較對照種優；同時具有植株外觀及果穗整齊，穗型長、籽粒大、穗軸小，果皮薄且香又Q，籽粒色澤鮮麗好看之特性。

**關鍵詞：**黑糯玉米、果皮厚度、抗病性。

## 前　言

台灣玉米的栽培約有 25,000 ha，包含有飼料、青割或食用玉米等三大類，田間常有普通型銹病及南方型銹病發生 (Hou *et al.* 1976；Yeh 1986)，目前栽培的飼料玉米台農一號對普通型銹病具有抗性，但對南方型銹病則無抗性 (Lee *et al.*1989)。玉米葉斑病主要發生於春作後期及秋作，發生嚴重時對玉米葉片生長及產量皆有顯著影響 (Gregory *et al.* 1979)。玉米銹病及葉斑病之防治，以栽培抗病品種最為安全、經濟及有效。

目前危害台灣玉米最嚴重的害蟲為亞洲玉米螟，在一年內可發生 7~8 代，其 1~2 齡之幼蟲以嚙食玉米輪生葉之葉肉為主，至玉米抽雄穗時則取食雄穗內之花粉，幼蟲發育至 3~4 齡開始轉而嚙食玉米葉領及葉鞘，約至第 5 齡時鑽入莖稈內為害；雌穗抽出後甚至蛀食果穗之籽粒及穗軸，嚴重影響玉米產量及品質。目前已知台南白不論輪生期或開花期其抗螟性均受累加性及非累加性基因共同控制，以累加性作用佔較大比例，一般自交系具有較多隱性抗性基因者其抗螟性較強 (Shieh *et al.*1999)。

台灣食用玉米分甜玉米、普通白玉米、白糯及黑糯等四種，黑糯是一種很特殊的玉米，不僅外觀黑紫獨特，而且口感粘香純美，營養豐富。目前市面上可購得之自然開放授粉的黑糯玉米果穗，其來源族群之外表性狀極為混雜不齊，株型、穗型、開花期、籽粒色澤、果穗大小、籽粒大小等均極不整齊，且果皮厚薄不齊其；少部分為三系雜交種黑美珍或單交種紫玉 478，其農藝性狀之整齊

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2263 號。接受日期：95 年 7 月 2 日。
2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所應動組助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
4. 本所植病組助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
5. 本所農化組助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
6. 通訊作者，電子郵件: x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機: (04)23302806。

度及食用品質仍然有極大的改進空間。本所爲改進並提升黑糯產量與品質，乃針對上述之缺點加強黑糯之選拔。經過自交系的培育、組合力檢定及一序列之試驗後始選育出黑糯台農 5 號。本文乃針對其官能品嚐、籽粒成份、籽粒果皮厚度及糖度、抗病性及抗亞洲玉米螟蟲檢定等進行試驗分析，以作爲品種特性之資料。

# 材料與方法

**官能品嚐**

以 2003 秋作霧峰區域試驗之新品系爲材料，進行官能品嚐試驗。食用黑糯玉米鮮食品評分內容說明如下：以果穗外觀、子粒色澤、充實度、嫩度、芳香味、風味及 Q 度爲評審內容，各評審項目等級如下：+2 級（比對照種很好）、+1（比對照種好）、0（與對照種同）、-1（比對照種差）、-2（比對照種很差）。

**成份分析**

2003 春作，委託農試所農化組以TAPH89-05 及黑美珍爲材料進行成分分析。食用玉米品質分析項目包括總糖、澱粉、果皮韌度、果皮及水分含量等五項，其測定方法分述如下：總糖含量 (total sugar content)：(1) 5 g 樣品 ＋50 mL 80% Alcohol→polytron 打碎→3000 rpm離心 5 mins→傾出上層液。(2) 將沈澱物再加 40 mL 80% Alcohol以 3000 rpm離心 5 mins→傾出上層液。(3) 混合二次上層液定量至 100 mL →稀釋 50 倍→取 1 mL＋1 mL 5% phenol reagent＋5 mL conc. $H_2SO_4$→振盪均勻→靜置 30 min於 488 nm波長測其吸光度，並以不同濃度之glucose 溶液做標準曲線。澱粉含量 (starch content)：將抽取可溶性多糖所餘之沈澱物加入鹽酸轉化 2.5 hr後，加水定量至 100 mL，再稀釋 50 倍以苯硫酸法測定含量。水分含量 (moisture content)：由玉米鮮穗之中段稱取 10 g籽粒，置於定溫乾燥箱內，以 105℃烘乾 24 hr，或以 70℃進行真空乾燥，取出後稱其乾重，並求出水分含量。果皮韌度 (pericarp tenderness)：果皮韌度之測定乃利用日本 SHIMPO 公司出產的液晶數值推拉力計 (Digital force gauge) 以 2 號針在子粒果皮上施加壓力，以其刺破表皮時之壓力 (單位 GMS) 來表示果皮韌度。果皮厚度 (pericarp thickness)：取糊熟期知生鮮籽粒或生理成熟之乾燥籽粒，稱重後再參照Helm & Zuber (1970) 方法剝取果皮，測其厚度，以µm表示。果皮含量 (pericarp content)：取糊熟期之生鮮籽粒或生理成熟之乾燥籽粒，稱重後，再參照Helm & Zuber (1970) 方法剝取果皮，測其重量，求出果皮含量，以%表示。上述各項分析結果以鮮重或乾重表示，以對照種黑美珍爲對照，判定各參試品系品質之優劣。

籽粒果皮厚度及糖度分析：以 2003 秋作霧峰區域試驗之新品系爲材料進行果皮厚度之測量。果皮厚度 (pericarp thickness)：取糊熟期知生鮮籽粒或生理成熟之乾燥籽粒，稱重後再參照 Helm & Zuber (1970) 方法剝取果皮，測其厚度，以 µm 表示。糖份濃度則以 Digital refractometer 測定之。

**玉米主要病害檢定方法**

2003 春作，委託農試所植病組，在溫室進行人工接種抗病性檢定。玉米普通型銹病 (*Puccinia polysira* 引起) 及南方型銹病 (*Puccinia sorghi* 引起)：幼苗檢定：種子發芽後置於生長箱中培育，至 4～6 片葉完全展開時，以噴霧器接種病原，經 6～10 days 紀錄發病程度，依照孢子堆數目與標

準比對表比對，區分爲極抗 (0-5 %)、抗 (6-10 %)、中抗 (11-30 %)；感 (31-60 %) 及極感 (61-100 %)等 5 級。

玉米煤紋病 (*Helminthosporium turcicum* 引起)：幼苗檢定：種子發芽後置於生長箱中培育，至植株長至 6～7 片葉時，以噴霧器接種病原，並以透明塑膠布覆蓋保持濕度，溫度保持在 24+1℃，光照時間 12 hr，經過 24 hr 後掀去塑膠布。接種後 15 days，調查發病結果，依發病度區分受檢材料爲極抗 (0-5 %)、抗 (6-10 %)、中抗 (11-30 %)、感 (31-60 %)、極感 (61-100 %) 等 5 級。

葉斑病 (*Heminthosprium maydis* Nishik. et Miyake 引起)：幼苗檢定：同煤紋病。

玉米露菌病 (Downy mildew)：先種植感病之甘蔗以建立病圃，於每年 3 月初或 10 月底，在病圃內播種玉米，利用罹病甘蔗所產生之孢子自然接種，至病徵出現後進行調查發病率，並區分供試材料爲極抗 (0-5 %)、抗 (6-20 %)、中抗 (21-50 %)、感 (51-80 %)、極感 (81-100 %)等 5 級。

玉米病毒病 (*Maize dwarf mosaic virus*-B strain 引起)：春秋兩季，晝溫 20～30℃時，供試玉米品系於 3～4 葉齡期，接種玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統 (MDMV-B)，置溫室中，7 dasy 與 15 days 分別調查病徵，判定各株之病害係數 (disease coefficient)。完全無病徵者，係數爲 0；第 7 days 調查出現黃斑嵌紋或局部病斑，但第 15 days 調查時新生葉並未出現系統性病徵，係數爲 2；第 7 days 調查時無病徵，第 15 days 調查時才出現系統性病徵，係數爲 3；急速型系統性病徵者，兩次調查都有明顯病徵，但病勢發展較快，係數爲 4。根據每個品系各株的病害係數，算出該品系的病害指數 (disease index; D.I.)。D.I.=100 × (4 × N1+3 × N2+ 2 × N3 +0 × N4)／(N1+N2+N3+N4) × 4，式中 N1、N2、N3、N4 及 4、3、2、0 分別爲該係數項下之植株數與病害係數。供試品系依據其 D.I.值區分爲極抗 (0-5 %)、抗 (6-20 %)、中抗 (21-50 %)、感 (51-80 %)、極感 (81-100 %) 等 5 級(Deng 1985)。

莖腐病 (stem rot disease)：於隔離檢定圃播種玉米，俟植株長至 40 cm 高時，將病原接種於離地面第二節莖稈上，接種一星期，調查發病率，依發病率，區分供試品系爲 極抗 (0-5%)、抗 (6-20%)、中抗 (21-50%)、感 (51-80%)、極感 (81-100%)等 5 級。

**抗亞洲玉米螟蟲檢定**

於 2004 秋作，委託農試所應用動物組，在田間以人工接種亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* )幼蟲進行檢定。RCBD，三重複，單行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm。

輪生期 (whorling) 玉米抗螟性檢定：在室內以人工飼料大量繁殖玉米螟並收集卵塊，然後在田間玉米生長至 45～50 cm 後，將卵塊接種於心葉內，連續接種 3～4 次，每次每株接種卵塊 2 個每次接種間隔 2 days。於第一次接種 21 days 後，檢查植株之抗蟲性。並將植株之抗蟲性分爲 5 等級。1 級 (極抗)：葉面上不見食痕，或少許如針孔狀食痕或數葉片上有如子彈射穿食痕。2 級 (抗)：數片葉面具有子彈射穿食痕或少許長型食痕。3 級 (中抗)：半數以下葉片有長型食痕，食痕長度不超過 2.5 cm。4 級 (感)：半數以上，三分之二以下葉片具長型食痕，其長度超過 2.5 cm。5 級 (極感)：三分之二以上葉片具長型食痕，其長度超過 2.5 cm。

開花期 (pollen shedding) 玉米抗螟性檢定：在玉米開花期，將卵塊接種於雌穗上下葉之葉脈上，連續接種 3～4 次，每次每株接種 2 個卵塊。每次間隔 2 days。接種 50～60 days 後，用刀將玉米莖縱面剖開，測量莖內玉米螟幼蟲食痕長度，其長以 cm 表示之。供試玉米抗螟性分下列等級：1 級 (極抗)：玉米莖無受害狀，或食痕長度在 5 cm 以下。2 級 (抗)：食痕長度在 6-10 cm 間。3 級

(中抗)：食痕長度在 11-30 cm 間。4 級 (感)：食痕長度在 31-40 cm 間。5 級 (極感)：食痕長度在 41 cm 以上。

**黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 其親本達到開花及吐絲期之累積溫度**

於 2000 秋作至 2003 春作，在農試所進行親本之開花期及吐絲期調查，以生長之有效累積溫度 (0C-day)為單位。

生長累積溫度 (growing degree day to flower)：由播種至小區中 50%植株達開花期及吐絲期間，每天平均氣溫減去 10℃之值，但當平均氣溫小於 10℃時，其值為零 (GDD＝Σ[(〒)－10℃]，若每日〒＜10℃，則〒＝10℃，即為達到開花期及吐絲期之累積溫度，以℃-day 表示。

**黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 其親本之農藝性狀**

2003 春作，於農試所調查田間親本農藝性狀之平均值。玉米重要農藝性狀之調查項目如下：開花期 (days to tasseling)：由播種起至小區中 50%植株達雄穗始花所需日數。吐絲期 (days to silking)：由播種起至小區中 50%植株達雌穗開始吐絲所需日數。株高 (plant height)：小區逢機取 5 株由地面至雄穗主軸頂端的平均高度，以 cm 表示。穗位高 (ear height)：小區逢機取 5 株由地面至最上位雌穗基部平均高度，以 cm 表示。稈徑 (stem diameter)：小區逢機 5 株之地面第一節位中央的平均直徑，以 cm 表示。穗長 (ear length)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取整穗長度的平均值，以 cm 表示。穗徑 (ear diameter)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取果穗中間部位寬度之平均值，以 cm 表示。籽粒行數 (row number/ear)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，穗上籽粒行數的平均值。每行粒數 (kernel number/row)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，每穗逢機一行計算其籽粒數之平均值。百粒重 (100-kernel weight)：達生理成熟期之 5 個逢機果穗，經烘乾脫粒後逢機取 100 粒，稱其籽粒重，以 g 表示。籽粒深度 (kernel depth)：達生理成熟期之烘乾果穗脫粒後，每小區取 10 粒量其深度之平均值，以 mm 表示。

# 結 果

**官能品評**

92 年秋作黑糯玉米新品系的官能品評之分析詳如表 1 所列，在乳熟期（吐絲後 30 days）採收後 TAPH89-05 果穗，以對照種黑美珍為 0 的基準下，經 53 人品評後，所獲得的數據，經以 Wilcoxon,s Rank Sums test (SAS, Program)，結果顯示 TAPH89-05 之果穗外觀、籽粒色澤、充實度、嫩度、風味、甜度、Q 度及總評均較對照種優，呈現極顯著差異。

表 1. 92 年秋作黑糯玉米台農 5 號(TAPH89-05)及對照種官能品嚐結果

Table 1. Senory evaluation of the cooked ear of maize Tainung No. 5 (TAPH89-05) and Black pear ( ck ) variety in the fall of 2003

| Variety | Appearance | Color | Dry matter content | Tenderness | Flavor | Sweet | Aroma | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TAPH89-05 | 1.226 a[z] | 1.264 a | 1.189 a | 1.019 a | 1.075 a | 1.113 a | 1.094 a | 1.245 a |
| Black pear (ck) | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b | 0.000 b |

[z] Mean in the wilcoxon's same column followed by the same letter is nonsignificantly different at the 0.01 probability level based on Wilcoxon's Rank Sums test.

## 成份分析

92 年春作，以 TAPH89-05 與對照種黑美珍為材料進行比較，結果顯示於糊熟期（授粉後 25 天）採收之果穗，其籽粒之熱量較對照種黑美珍低，同時其粗蛋白、粗脂肪、碳水化合物灰分均較對照種黑美珍低，而水溶性糖和水份則較對照種黑美珍高（表 2）。

## 籽粒果皮厚度及糖度分析

於玉米適當採收期（糊熟期）逢機取 10 個鮮果穗，取中間部位之籽粒測其糖度及果皮厚度，結果顯示新品系TAPH89-05 籽粒糖度及果皮厚度分別為 8.3 Brix$^{o}$與 142 μm；而對照種黑美珍籽粒糖度及果皮厚度分別為 7.5 Brix$^{o}$與 195 μm。新品系TAPH89-05 Brix$^{o}$籽粒果皮厚度較對照種黑美珍約薄 28%。生理成熟期TAPH89-05 乾燥籽粒之果皮厚度及含量分別為 50 μm及 5.0%，而對照種黑美珍其果皮厚度及含量分別為 68 μm及 6.3%，

相互比較顯示 TAPH89-05 比對照種黑美珍具有較薄之果皮厚度及較少之果皮含量（表 3）。

## 抗病性檢定

南方型銹病：結果顯示 TAPH89-05 的抗病性為中抗等級，而對照種黑美珍的抗病性為感病等級 (表 4)。

普通型銹病：幼苗人工檢定結果顯示 TAPH89-05 與對照種黑美珍均為感病等級（表 4）。

葉斑病與煤紋病：採幼苗檢定，人工檢定結果顯示 TAPH89-05 為感病等級，而對照種黑美珍為高感等級（表 4）。

病毒病：春秋兩季，晝溫 20～30℃時，供試玉米品系於 3～4 葉齡期，接種玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統(MDMV-B)，置溫室中，7 days 與 15 days 分別調查病徵，判定各株之病害係數(disease

表 2. 黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 及對照種黑美珍之化學成份分析

Table 2. Analysis of components of fresh ear of maize Tainung No. 5(TAPH89-05) and Black pear( ck ) variety

| Variety | Energy (kcals/100g) | Carbohydrate (%) | Crude protein (%) | Crude fat (%) | Free sugar (%) | Ash (%) | Moisture (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TAPH89-05 | 189 | 37.38 | 5.68 | 2.71 | 1.47 | 0.89 | 50.5 |
| Black pear (ck) | 207 | 40.49 | 6.26 | 3.19 | 1.21 | 0.93 | 48.9 |

表 3.黑糯臺農 5 號 (TAPH89-05)及對照種黑美珍之籽粒糖度及果皮厚度分析

Table 3. The pericarp thickness and sweetness of maize Tainung No. 5 (TAPH89-05) and check variety

| | Dough stage | | Physiological maturity stage | |
|---|---|---|---|---|
| Variety | Sweetness (Brix$^{o}$) | Pericarpthickness (μm) | Pericarp thickness (μm) | Pericarp content (%) |
| TAPH89-05 | 8.3 | 142 | 50 | 5.0 |
| Black pear (ck) | 7.5 | 195 | 68 | 6.3 |

coefficient)。供試品系依據其 D.I.值區分爲極抗 (0-5%)、抗 (6-20%)、中抗 (21-50%)、感 (51-80%)、極感 (81-100%) 等 5 級 (Deng 1985)。人工接種檢定顯示 TAPH89-05 的抗性程度爲中抗，對照種黑美珍爲高抗（表 4）。

莖腐病：於隔離檢定圃播種玉米，俟植株長至 40 cm 高時，將病原接種於離地面第二節莖稈上，接種一星期，調查發病率，人工接種檢定顯示 TAPH89-05 與對照種黑美珍抗性程度均爲感（表 4）。

露菌病：人工接種檢定結果顯示 TAPH89-05 爲的抗性程度中抗，對照種黑美珍爲的抗性程度爲高抗（表 4）。

**抗亞洲玉米螟檢定**

93 年秋作人工接種幼蟲檢定之結果，顯示 TAPH89-05 輪生期之抗性等級爲 2.0 (R)；父本之抗性等級爲 2.6 (MR)；母本之抗性等級爲 3.3 (S)；對照種黑美珍爲 2.1 (R)。開花期之抗性等級 TAPH89-05 爲 3.3 (S)；父本爲 2.7 (MR)；母本爲 3.3 (S)；對照種爲 3.3 (S)。經人工接種幼蟲檢定結果，發現 TAPH89-05 在輪生期之抗性等級爲抗性；而開花期其抗性等級爲感，與對照黑美珍間無差異 (表 5)。

表 4. 黑糯台農 5 號 (TAPH89-05) 及對照種 (黑美珍) 人工接種病害檢定結果

Table 4. Diseases resistance of maize Tainung No 5 by artificial inoculation in green house

| | *Puccinia polysira* | *P. sorghi* | *Helminthosporium turcicum* | *H. maydis* | *MDMV-B* disease | Stem ot disease | Downy mildew |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variety | (scale) | (scale) | (scale) | (scale) | (scale) | (scale) | (scale) |
| TAPH89-05 | MRz | S | S | S | MR | S | MR |
| Black pear (CK) | S | S | HS | HS | R | S | HR |

z HR:high resistance; R:resistance; MR:middle resistance; S:susceptible; HS:high susceptible。

表 5. 黑糯台農 5 號(TA PH89-05)及其親本與對照種黑美珍之對亞洲玉米螟抗性表現

Table 5. Resistance of maize Tainung No 5 (TAPH89-05), its parent and Black pear (ck) to Asia borer by artifical inoculation in the field at fall of 2004

| | Whorling stage (V9) z | | | | Pollen shedding stage y | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variety | I | II | III | Average | I | II | III | Average |
| PO4 (paternal) | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 2.6 (MR) | 3 | 2 | 3 | 2.7(MR) |
| PE31-2 (maternal) | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 3.3 (S) | 4 | 3 | 3 | 3.3(S) |
| TAPH89-05 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.0 (R) | 3 | 3 | 4 | 3.3(S) |
| Black pear (ck) | 2.0 | 2.0 | 2.3 | 2.1 (R) | 3 | 4 | 3 | 3.3(S) |

z Whorling (V9) Resistant grade at whirling stage ; 1：HR；2：R；3：MR；4：S；5：HS.

y Pollen shedding stage, 1:HR (Injury length (IL)<5 cm) ; 2:R (IL = 6-10 cm); 3:MR (IL = 11-30 cm) ; 4:S (IL = 31-40 cm) ; 5:HS (IL > 40 cm).

### 黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 其親本達到開花期及吐絲期之累積溫度 (℃-day)

TAPH89-05 其親本在四個期作下達開花期及吐絲期之有效累積溫度列於表 6。在春作 (3/28 種)，父本達到開花期及吐絲期有效累積溫度分別爲 900 及 954℃-day；母本則爲 935 及 972℃-day。在夏作 (5/8 種)，父本達開花期及吐絲期之有效累積溫度分別爲 942 及 997℃-day；母本則分別爲 961 及 1033℃-day。在秋作 (9/4 種)，父本達開花期及吐絲期之有效累積溫度分別爲 877 及 914℃-day；母本則分別爲 903 及 924℃-day。在冬季裡作 (10/26 種)，父本達開花期及吐絲期之有效累積溫度分別爲 931 及 968℃-day；母本則分別爲 944 及 955℃-day。根據上述之結果建議在採種時，父本須晚母本 (5days) 左右播種，其花期配合較爲理想。

表 6. 黑糯台農 5 號(TAPH89-05)親本達到開花期及吐絲期之累積溫度

Table 6. Growing degree days to tasseling and silking of the parents of maize Tainung No. 5

| Parent | Sowing time | Growing degree days to tasseling (℃-day) | Growing degree days to silking (℃-day) |
|---|---|---|---|
| PE31-2 (maternal) | Fall (2000/10/12) | 763 | 771 |
| PO4 (paternal) | Fall (2000/10/12) | 812 | 846 |
| PE31-2 (maternal) | Winter (2001/11/9) | 668 | 686 |
| PO4 (paternal) | Winter (2001/11/9) | 686 | 709 |
| PE31-2 (maternal) | Fall (2002/9/12) | 789 | 806 |
| PO4 (paternal) | Fall (2002/9/12) | 839 | 862 |
| PE31-2 (maternal) | Spring (2003/2/12) | 785 | 833 |
| PO4 (paternal) | Spring (2003/2/12) | 801 | 851 |
| PE31-2 (maternal) | Average | 751 | 774 |
| PO4 (paternal) | Average | 85 | 817 |

表 7.黑糯台農 5 號( TAPH89-05)其親本之農藝性狀平均值

Table 7. Agronomic characters of maize Tainung No.5 (TAPH89-05) parents

| Parent | Kernel type | Plant height (cm) | Leaf height (cm) | Leaf number (No./plant) | Top ear node (No.) | Ear number | 100-kernel Weight (g) | Ear length (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE31-2 (maternal) | Flint | 150 | 60 | 11 | 5 | Mutiple | 35 | 13 |
| PO4 (paternal) | Flint | 130 | 50 | 12 | 6 | Mutiple | 26 | 13 |

| Parent | Row Number (No./ear) | Kernel depth (mm) | Kernel weight ( g/ear) | Anther color | Spiklets color | Silking color | Kernel color | Leaf color | Cob color |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE31-2 (maternal) | 8 | 10.8 | 45 | White | Green | White | Purple | Green | White |
| PO4 (Paternal) | 8 | 8.5 | 35 | White | Green | White | Purple-red | Green | White |

### 黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 其親本之農藝性狀

黑糯玉米台農 5 號其親本農藝性狀如表 7 所列，父本及母本之果穗均爲圓筒型，粒型爲硬粒型，株高分別爲 150 cm 及 130 cm；穗位高分別爲 60 cm 及 50 cm；葉片數分別爲 11 與 12；頂穗節位分別位於爲 5 與 6；穗數均爲多穗型穗；穗長均爲 13 cm；籽粒行數均爲 8 行。母本單穗乾籽粒重爲 45 g，父本單穗乾籽粒重爲 35 g。百粒重則分別爲 35 與 26 g。

## 討　論

黑糯食用玉米由於其胚乳所含的澱粉全部爲支鏈性澱粉，煮熟後籽粒柔粘細膩，氣味清香，食之口感呈現香又 Q，故爲許多消費者所喜歡。籽粒中含有天然黑色素，使其籽粒呈現紫黑色。黑色係由糊粉層部分所含的色素所決定。乳熟前期籽粒表現正常的黃色（或白色），只有在乳熟後期黑色素逐漸形成，隨著成熟度的增加，籽粒色澤由淺變深，直至黑色。黑糯玉米除直接鮮食外，還可加工成營養粉、飲料及罐頭等食品，因此黑糯玉米的開發利用前景廣闊。

TAPH89-05 新品系表現優良，已於 94 年 11 月 29 日被命名爲黑糯台農 5 號（Shieh & Lu 2006）。其特性及栽培注意事項等簡述如下：黑糯玉米台農 5 號號爲單雜交種，植株外觀、株高及穗型整齊，穗長 16~18 cm 左右，行數爲 8 行居多，花絲爲白色，含苞葉鮮果穗產量與對照種黑美珍略低或無明顯差異；去苞葉鮮果穗產量爲 6,970 kg/ha，較對照種（黑美珍）稍低，但具有優良品質之特性。在輪生期及開花期對螟蟲之抗性均與對照種相近；對南方型銹病、病毒病與露菌病爲中抗，而對普通型銹病、葉斑病及煤紋病均爲感。

黑糯玉米台農 5 號 (TAPH89-05) 之優點及缺點：黑糯玉米台農 5 號之優點爲植株外觀及果穗整齊，穗型長、籽粒大、具有穗軸小，果皮薄且香又 Q，籽粒色澤鮮麗好看之特性。缺點爲於春夏作種植時，偶有側邊之分蘗產生，須於中耕時去掉其分蘗芽，且密植時易造成倒伏，故不宜密植。

## 引用文獻 (Literature cited)

Deng, T. C. 1985. Identification of maize dwarf mosaic virus B strain and screening for resistance of corn. J. Agric. Res. China 34:195-206. (in Chinese with English abstract)

Gregory, L. V., J. E. Ayers and R. R. Nelson. 1979. The influence of cultivar and location on yield loss in corn due to southern corn leaf blight. Plant Dis. Rep. 63:891-895.

Helm, J. L. and M. S. Zuber. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. Can. J. Plant Sci. 50:411-413.

Hou, H. S. J. M. Tseng, and M. H. Sun.1976. Occurrence of corn rusts in Taiwan. Plant Dis. Rep. 62:183-186.

Lee, T. C., H. S. Lu, K. S. Liu, G. J. Shieh, and C. L. Ho. 1989. Development of maize single hybrid Tainung No. 1. J. Agric. Res. China 38:1-18. (in Chinese with English abstract)

Miller, P. B. and R. A. Hyre. 1970. Plans for forecasting corn blight epidemics. Plant Dis. Rep. 54 (12):1134-1136.

Shieh, G. J., B. H. Chen, C. L. Ho, and H. S. Lu. 1999. Genetic variation and inheritance of Tainan-white maize inbred lines resistance to the asian corn borer (Ostrinia furnacalis). J. Agric. Res. China 48:24-31. (in Chinese with English abstract)

Yeh, C. C. 1986. Studies on rusts of maize. J. Agric. Res. China 35:81-93. (in Chinese with English abstract)

行政院農業委員會農業試驗所 1895 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

# The Character of Purple-glutinous Maize Hybrid Tainung No.5 [1]

Guang-Jauh Shieh[2,6], Jyh-Ru Yu[3], Jyh-Nong Tsai[4] and Shwu-Jen Tsai[5]

## Abstract

Shieh, G. J., J. R. Yu, J. N. Tsai, and S. J. Tsai. 2006. The character of purple-glutionus maize hybrid Tainung No.5. J. Taiwan Agric. Res.55: 164-173.

Tainung No. 5 is a single-cross purple-glutinous maize hybrid. It has the characters of long ear length, 8 row, red to purple kernel, larger kernel, thiner pericarp thickness, and higher sweetness than those of the control variety, Black pear. Tainung No. 5 is middle resistance to Puccinia sorghi (common rust), Sclerospora sacchari (downy mildew) and MDMV-D. In addition, it is susceptible to Asia borer in whorling stage and pollen shedding stage.When harvested at the later milking stage to early dough stage, they give high taste quality by boiling or roasting.

**Key words:** Purple- glutinous maize, Pericarp thickness, Resistance.

1. Contribution No.2263 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 2, 2006.
2. Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant, Entomologist Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Assistant, Plant Pathology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Assistant, Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Corresponding author, e-mail: x486045@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):174~180 (2006)

# 台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性分析[1]

謝 光 照[2, 3]

## 摘 要

謝光照。2006。台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性分析。台灣農業研究 55：174~180。

由臺灣八個不同地區所蒐集的台南白玉米族群，經人工自交 5 個世代，並根據株型和穗型所選留的 S5 世代自交系合計 291 個爲材料，以達生理成熟期之種子，每一自交系取 10 粒扁平型之種子進行籽粒重與果皮性狀之調查。結果顯示，所選留的自交系其發芽面果皮厚度之變域介於 48 ~ 313 μm，總平均爲 132.4 μm，呈現非常態分佈；非發芽面果皮厚度之變域介於 57 ~ 299 μm，總平均爲 140.1 μm，呈現非常態分佈；平均果皮厚度之變域介於 53~ 298 μm，總平均爲 136.4 μm，呈現非常態分佈；果皮含量之變域介於 3% ~ 14.88%，總平均爲 7.39%，呈現非常態分佈，可知不同的自交系間果皮性狀之變異極大。所選留自交系由嘉義、雲林、花蓮族群分離者具有較薄之果皮，而由屏東與台東族群分離者則具有較厚的果皮。性狀間之相關分析顯示自交系籽粒重與果皮厚度及含量間無相關性存在；發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度及果皮含量等性狀間呈極顯著正相關。

**關鍵詞**：玉米、台南白、果皮、變異、相關性。

## 前 言

台南白玉米 (*Zea mays* L. Tainan-white) 爲一天然授粉品種，具有籽實大、植株及果穗性狀變異性極大之特性 (Shieh ＆ Thseng 1998)，在台灣一年四季皆有種植。由於種子係由農民自行留種及傳播，經由長期天然淘汰及農民有意或無意選種的結果，使得台南白成爲適應性良好、病蟲害抗性強，且具有特殊的咀嚼感及風味，深受農民及消費者喜愛，故種源一直流傳於市場上，在以育成適合台灣消費者喜愛的鮮食用玉米育種目標下，台南白實爲一良好的育種材料。

成熟的玉米籽粒分爲果皮、胚乳、胚和頂蓋四部份，其中果皮係由母本之子房壁發育而成，爲籽粒最外層的保護組織，除了可防止胚受物理性及病原菌的傷害外，還可防止水分的散失與保護種子的生命力之功用。鮮食用玉米影響品質的主要因子有果皮的柔嫩度 (tenderness)、甜度 (sweetness) 和喜好 (flavor) 等三項。而一般鮮食籽粒的柔嫩度與果皮的厚薄和含量有密切相關 (Ito ＆ Brewbacker 1981)。

玉米種源的類別繁多，凡是外來族群、天然授粉品種、合成品種、綜合品種、改良的族群和商業單交種均爲育種材料而可加以利用。台南白爲異型結合體須經過自交過程培育成自交系，才能再

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2264 號。接受日期：95 年 7 月 20 日
2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：x486045@Wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

相互雜交形成單交種。由台南白族群所育成之自交系其果皮的厚度對單交種果皮的厚度有很大的影響，因此須進行果皮性狀之調查，以便從中選果皮較薄之自交系作爲單交種親本之用。

# 材料與方法

### 供試玉米品種與栽培方法

由台灣不同地區（花蓮、台北、台中、雲林、嘉義、高雄、屏東、台東）所蒐集之台南白族群種子經人工自交 5 代，並根據株型與穗型及病蟲害之田間表現所選留之自交系爲材料，種植於農試所試驗田進行繁殖。田間設計爲順序排列，單重複、291 個自交系參試，每一自交系種植 20 穴，每穴二粒播，待發芽長至 20 cm左右時進行間苗，每穴留一株，行長 6 m。單行區，行株距 80 × 30 cm。公頃三要素肥料量爲N：$P_2O_5$：$K_2O$ = 200：90：60。氮素 60 kg及磷、鉀肥全量放於基肥時一次施用，其餘氮素 140 kg則於齊膝期培土時施用。待生理成熟期後，採收果穗烘乾。生理成熟期之種子，每自交系取 10 粒扁平型且飽滿種子爲材料。

### 玉米仔粒果皮之性狀分析

玉米籽粒果皮剝取之方法，參考 Helm & Zuber (1970) 之報告稍作修正，其剝取及測定方法如下：1. 達生理成熟期之種子，烘乾後稱其籽粒重，然後存放 10 ℃冷藏室內。2. 剝皮時取出，將種子在室溫下浸水二天使種子質地變軟後，再以解剖刀進行剝取果皮。先切下頂蓋 (tip cop)，再沿著發芽面 (germinal) 切下發芽面之果皮，然後沿著非發芽面 (abgerminal) 切下非發芽面，最後取下冠蓋 (crown cap) 及兩邊 (sides) 之果皮。3. 剝下之果皮放置於體積比爲 1 水：3 甘油醇 (glycerol) 溶液中，過夜。4. 倒掉溶液，取出果皮，用吸水紙將果皮表面擦乾。5. 利用厚薄計測量發芽面、非發芽面各上中下三點之厚度，以平均值 (μm) 記錄之。6. 測完厚度後之果皮，再以清水清洗果皮，然後將果皮放置於 70℃乾燥機中烘 4 小時後，秤量果皮重量，再以籽粒重換算成果皮含量。

每粒籽粒調查的性狀包含有：籽粒重 (mg/kernel)、發芽面果皮厚度 (μm)、非發芽面果皮厚度 (μm)、果皮含量 (%)、平均果皮厚度 (μm)、發芽面減去非發芽面厚度之差值等六性狀。所獲得之數據以單變數統計法（Univariate Procedure）進行各個性狀統計介量之分析，以頻度分布圖來表示分布型式，同時進行性狀間之相關分析。

# 結　　果

由八個不同地區所蒐集的台南白族群，經 5 個世代人工自交並根據株型、穗型及自然田間病蟲害發生情形，所選留的自交系合計 291 個，所調查的性狀應用單變數統計分析之結果列示於表 1 與圖 1。籽粒重的變域介於 164 ~594 mg，平均值爲 363.2 mg，變異係數爲 20.58，其分布呈現偏歪在右之常峰分布。發芽面果皮厚度之變域介於 48 ~313 μm，平均爲 132.4 μm，變異係數爲 32.54，其分布爲偏歪在右之高峰分布，其中以 90 ~130 μm 的籽粒所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 30 個。非發芽面果皮厚度之變域介於 57 ~299 μm，平均爲 144.1μm，變異係數爲 35.22，其分布爲偏歪在右之高峰分布，其中以 90 ~150 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 30 個。果皮含量之變域介於 3.0 ~14.8%，平均爲 7.39%，變異係數爲 30.08，其分布爲偏歪在右之常峰分布，其中以 5.5 ~7.5%的自交系所佔的頻度較多，而果皮含量小於 5%

表 1. 台南白族群自交分離所獲自交系籽粒果皮性狀之變異
Table 1. Population parameters for pericarp characters of inbred line drived from maize Tainan-white populations

| Population parameter | Kernel weight (mg/kernel) | Pericarp thickness of germinal (μm) | Pericarp thickness of abgerminal (μm) | Pericarp content (%) | Average pericarp thickness (μm) | Difference between germinal and abgerminal (μm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Std deviation | 74.79 | 43.08 | 49.36 | 2.22 | 44.86 | 23.28 |
| Skewness | 0.33*[z] | 0.93* | 1.08* | 0.84* | 1.02* | -0.22 |
| Kurtosis | 0.03 | 0.73* | 0.88* | 0.33 | 0.66* | 1.21* |
| CV% | 20.58 | 32.54 | 35.22 | 30.08 | 32.87 | -297.62 |
| Mean | 363.20 | 132.40 | 140.10 | 7.39 | 136.40 | -7.82 |
| Mini. | 164.00 | 48.00 | 57.00 | 3.00 | 53.00 | -86.00 |
| Max. | 594.00 | 313.00 | 299.00 | 14.88 | 298.00 | 80.00 |
| Range | 430.00 | 265.00 | 242.00 | 11.88 | 245.00 | 166.00 |

[z] * That was non-normal distribution.

的自交系計有 27 個。平均果皮厚度之變域介於 53 ~298 μm，平均為 136.4 μm，變異係數為 32.87，其分布為偏歪在右之高峰分布，其中以 110 ~140 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 28 個。發芽面與非發芽面果皮厚度差值的變域介於 - 86 ~ 80 μm，平均為 - 7.82 μm，變異係數為 - 297.62，其分布為對稱之高峰分布，其中以-9 ~9 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 35 個，就地區族群而言，以嘉義、臺東、屏東、花蓮等族群所分離之自交系呈現發芽面果皮厚度較非發芽面來的薄。

性狀之相關分析（表 2）顯示，籽粒重與所有果皮性狀均無相關性存在。而發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量與平均果皮厚度相互間均呈極顯著正相關。非發芽面果皮厚度與發芽面果皮和非發芽面果皮厚度之差值呈顯著負相關。

## 討 論

玉米籽粒係由胚乳、胚、果皮及頂蓋所組成，果皮係成熟玉米籽粒最外層的保護組織，其厚薄程度對種子的保護作用及種子乾燥時水分的散失均有密切關係。乾燥籽粒，其胚乳約佔整粒的 82.9%，胚佔 11.1%，果皮佔 5.3%，頂蓋佔 0.8%。而果皮的組成，大部分由纖維素和半纖維素所組成，約佔 86.7%；澱粉佔 7.3%；粗脂肪佔 1.0%；蛋白質佔 3.7%；粗灰分佔 0.8%；糖分佔 0.34% (Earle *et al.* 1946)。果皮的厚度及含量一般會影響鮮食用玉米的品質，果皮厚時其柔嫩度會下降，咀嚼時口感粗糙，果皮殘渣多。Brewbacker 等 (1996) 的研究指出美國不同地區的地方品種間其種子果皮厚度有明顯的差異存在，同時果皮非發芽面之果皮厚度一般大於發芽面之厚度。

Shieh (2005) 以八個不同地區之台南白族群為材料，測量其生理成熟期種子之果皮厚度，結果顯示不同地區族群間其果皮的厚度有明顯差異，同時其頻度分布型式也有所不同。而平均果皮厚度之表現在不同地區的族群間也呈現類似的趨勢，顯示台南白品種在長期不同地區栽培環境下，且經由自然與人為有意或無意選汰作用後，品種的遺傳組成已漸漸改變，並分化成不同生態型 (Stuber *et*

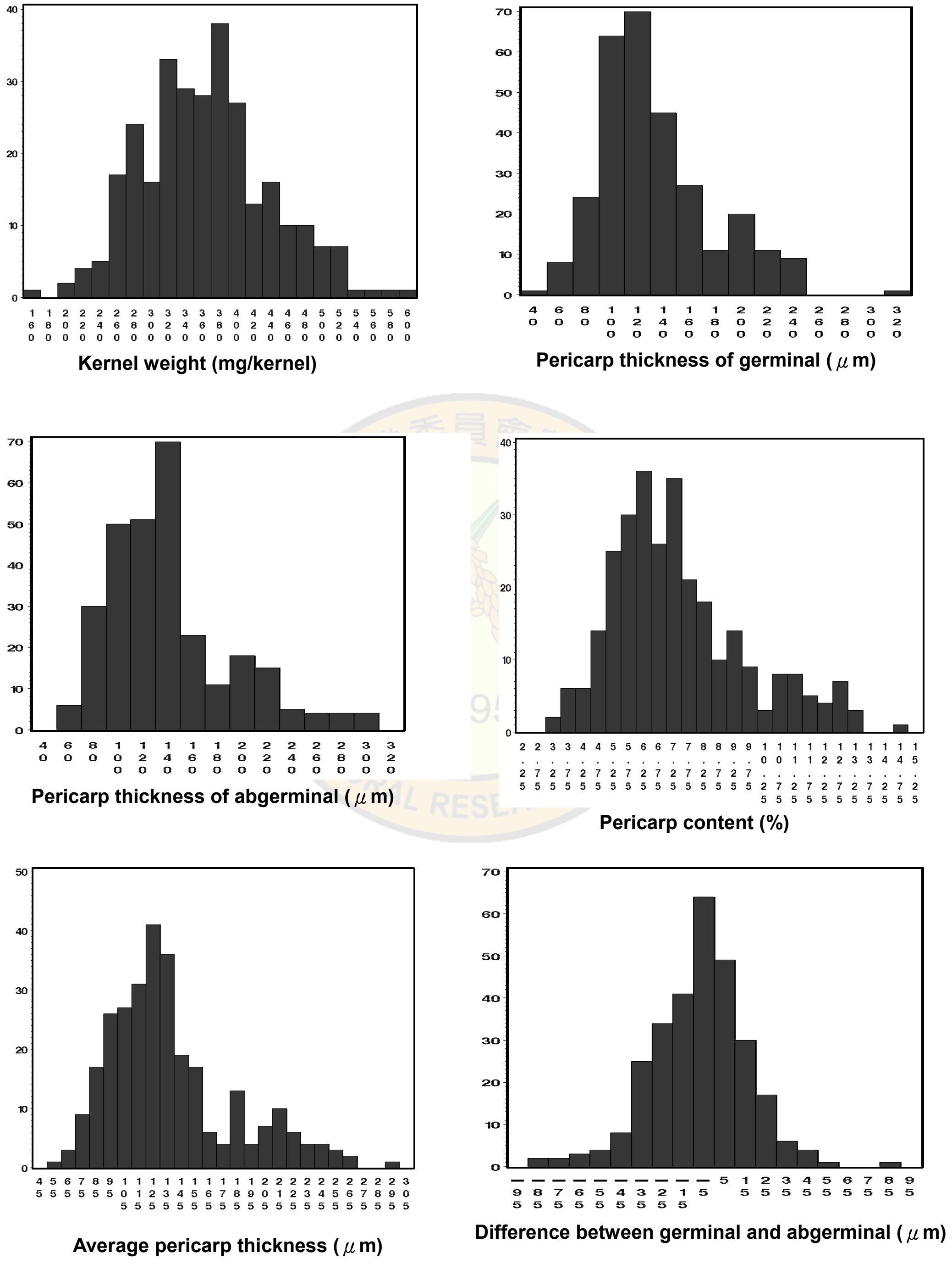


圖 1. 台南白族群分離自交系果皮性狀之分布圖

Fig 1. Distribution of pericarp thickness of Tainan white maize inbred lines

表 2. 台南白玉米自交系果皮性狀間之相關係數

Table 2. Correlation coefficients for pericarp characters of inbred lines derived from maize Tainan-white populations

| Character | Kernel weight | Pericarp thickness of germinal | Pericarp thickness of abgerminal | Pericarp content | Average pericarp thickness |
|---|---|---|---|---|---|
| Pericarp thickness of germinal | 0.101 | | | | |
| Pericarp thickness of abgerminal | 0.208 | 0.886**[z] | | | |
| Pericarp content | -0.004 | 0.798** | 0.793** | | |
| Average pericarp thickness | 0.162 | 0.967** | 0.974** | 0.820** | |
| Difference between germinal and abgerminal | -0.245 | -0.028 | -0.464** | -0.198 | -0.268 |

[z] ** Significant at 0.01 probability.

*al*. 1980)。而本試驗顯現所選留自交系由嘉義、雲林、花蓮族群分離者具有較薄之果皮，而由屏東與台東族群分離者則具有較厚的果皮。

玉米自交系籽粒果皮厚度的測量與篩選是鮮食用玉米品質改良育種上不可缺少的關鍵工作，如此才能選出果皮較薄之自交系。以往結果顯示，台南白籽實大、扁平，單一籽粒果皮厚度之變化趨勢，呈現以冠蓋最薄，其次依發芽面、非發芽面之次序增厚，最厚者爲側邊之果皮 (Shieh 2004)。Brewbacker等（1996）指出成熟玉米籽粒果皮厚度小於 50 µm時，才能被高度接受爲鮮食用玉米類。當果皮厚度超過 75 µm時，在食用咀嚼時口感呈現粗糙，果皮殘渣多，一般較不會被消費者所接受。而台南白族群內或不同族群間其果皮性狀均存在極大的變異範圍，由此族群分離培育自交系，將可選獲果皮厚度在小於 80 µm的自交系。當台南白育成薄果皮的自交系後，進一步就可組合成$F_1$單交種，其品質會較佳且整齊一致，則台灣本土種食用白玉米品質的改進會有很大的增進效果。

由相關性分析顯示發芽面果皮與非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度間呈極顯著正相關係，因此育種過程中篩選自交系果皮的厚度時，僅須測量發芽面或非發芽面之厚度，即可知自交系籽粒平均果皮的厚薄程度。

## 引用文獻 (Literature cited)

Brewbacker, J. L., L. B. Larish, and G. H. Zan. 1996. Pericarp thickness of the indigenous american races of maize. Maydica 41: 105-111.

Earle, F. R., J. J. Curtis, and J. E. Hubbard. 1946. Composition of the component of the corn kernel. Cereal Chem. 44: 601-606.

Helm, J. L. and M. S. Zuber. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. Can. J. Plant Sci. 50: 411-413.

Ito, G. M. and J. L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106: 496-499.

Shieh, G. j. and F. S. Thseng. 1998. Variation of agronomic characters of different Tainan-white maize populations in Taiwan. J. Agric. Res. China 47(3):204-219. (in Chinese with Enhlish abstract)

Shieh, G. j. 2004. Thickness and surface area variations of Tainan-white maize pericarp. J. Agric. Res. China 53:201-206. (in Chinese with Enhlish abstract)

Shieh, G. j. 2005. Variation and distribution of the pericarp characters of different Tainan-white maize population in Taiwan. J. Agric. Res. Taiwan 54:219-226. (in Chinese with Enhlish abstract)

Stuber, C. W., R. H. Moll, M. M. Goodman, H. E. Schaffer, and B. S. Weir. 1980. Allozyme frequency change associated with selection for increased grain yield in maize (*Zea mays* L.). Genetics 95:225-236.

行政院農業委員會農業試驗所 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895

# Correlation Analysis and Variation of Pericarp Characters of Tainan-white Maize Inbred Lines[1]

Guang-Jauh Shieh[2,3]

## Abstract

Shieh. G. J. 2006. Correlation analysis and variation of pericarp characters of Tainan-white maize inbred lines. J. Taiwan Agric. Res. 55: 174-180.

Pericarp characters was determined for kernels of 291 maize inbred lines of derived from eight Tainan-white population, planted at (TARI), Wufeng.Ten number of each inbred line were sampled for studying the pericarp characters. Thickness of the pericarp in the kernel germinal side ranged from 48-313 µm, with overall average of 132.4 µm, and it showed non-normally distributed. The thickness of abgerminal side ranged from 57-299 µm, with overall average of 140.1 µm, and it also showed non-normally distributed. The average thickness ranged from 53-298 µm, which was non-normally distribution,with overall average of 136.4 µm. Pericarp content ranged from 3.0-14.88%, with overall average of 7.39%, and the data indicated non-normally distributed. The inbred lines derived from Chiayi, Yunlin, Hualin populations has thinner pericarp, and those derived from Pingtung, and Taitung had thicker pericarp. Non significant correlation existed among the kernel weight and other characters. However, germinal, abgerminal, average thickness, and pericarp content were highly correlated.

**Key words:** Maize (*Zea mays L*), Tainan-white, Pericarp, Variation, Correlation.

1. Contribution No. 2264 From Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : July 20, 2006.
2. Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding auther, e-mail: x486045@ wufeng.tari. gov. tw ; Fax : (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):181~189 (2006)

# 不同甘藷品種於釀酒特性之研究[1]

利幸貞[2] 蔡淑珍[3] 劉慧瑛[3] 陳一心[2,4]

## 摘 要

利幸貞、蔡淑珍、劉慧瑛、陳一心。2006。不同甘藷品種於釀酒特性之研究。台灣農業研究 55:181~189。

不同甘藷品種之產酒率有顯著性差異。以甘藷台農 57 號品種爲原料在發酵日數第 14 天有最高的產酒率。甘藷酒中含量最高的成份是乙醇，蒸餾溫度高低顯著影響甘藷酒中乙醇與甲醇濃度高低。比較各品種中僅台農 57 號在二個蒸餾溫度處理下均檢測不出甲醇含量。在高蒸餾溫度處理下甘藷酒中醋酸濃度較高，各品種有相同表現。甘藷酒醪中澱粉含量隨著醱酵的日數延長而遞減，台農 57 號、台農 66 號及薩摩光三個品種均有相同的變化。塊根蒸煮後藷泥中之葡萄糖含量與發酵過程中葡萄糖的產生量均以台農 57 號最高，其次爲台農 66 號，薩摩光最低。藉由分析甘藷酒醪在發酵過程中澱粉被水解與比對葡萄糖含量的變化，可作爲判斷不同甘藷品種之最高產酒率的發酵天數之評估。

**關鍵詞：**甘藷酒、釀造、發酵、產酒率、白殼。

## 前 言

甘藷是台灣重要什糧作物，栽培面積約 9,000 公頃，年產量約 200,000 噸 (Lai 2005) 。甘藷生產主要供市場販售及製粉加工外，有些則製成甘藷簽貯藏或其它加工產品，包括甘藷脆片、藷條、雪片及甘藷餡等。甘藷塊根水分含量高，台灣天氣高溫多濕，如無良好貯藏設施鮮藷久貯極爲困難。因此，開發新的加工產品，提高其多元化利用性越顯重要。以甘藷釀製甘藷酒是一可行且具潛力值的開發的產品 (Yang 1993) 。本試驗期評估不同甘藷品種應用於釀造之適用性及品種差異與釀酒特性的影響，進而探討甘藷中所含澱粉在釀造複醱酵過程中轉化成葡萄糖的變化於品種特性之比較。

## 材料與方法

### 醱酵日數與白殼添加量對甘藷產酒率的影響

以台農 57 號爲材料，塊根經過清洗、削皮製成長條形藷簽，稱鮮重 4 kg 以 100℃蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼 (peka，購於雲林縣)。白殼添加量之處理分別爲每 4 kg甘藷鮮重添加一個（約 15-16 g）及每 4 kg甘藷鮮重加二個（約 30-32 g），攪拌均勻呈藷泥狀後置入醱酵桶進行復醱酵，分別於醱酵日數第 10 天、12 天、14 天、16 天、18 天將酒醪離心去除殘渣後進行蒸餾，蒸餾溫度 90-92

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2265 號。接受日期：95 年 8 月 05 日。
2. 本所嘉義分所農藝系助理研究員與研究員兼系主任。臺灣 嘉義市。
3. 本所農化組助理研究員與研究員。臺灣 台中縣 霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：Chenyisn@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05) 2774009。

℃，共三重複，調查不同醱酵日數及白殼添加量對甘藷酒產量的影響。產酒率的計算公式：EtOH Yield (%) = (Liquor volume × EtOH conc.)÷Sweet potato weight × 100% (Yang 1993) 。

**不同甘藷品種產酒率之比較**

以台農 57 號、台農 64 號、台農 65 號、台農 66 號、台農 67 號、台農 68 號、台農 69 號、台農 70 號及白皮紫心品系和日本品種薩摩光 (Satsumahikari) ，共 10 個品種（系）為供試品種。塊根經清洗、削皮製成長條形藷簽稱鮮重 2 kg，以 100℃蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藷泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，於醱酵日數第 14 天時，將酒醪離心去除殘渣後進行蒸餾，製成甘藷酒，共三重複，調查各品種系之產酒率。

**蒸餾溫度對甘藷酒重要成分含量之影響**

以台農 57 號、台農 64 號、台農 66 號、台農 67 號、台農 68 號、台農 70 號及薩摩光共 7 個品種為供試材料，塊根經清洗、削皮製成長條形藷簽稱鮮重 2 kg，以 100℃蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藷泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，於醱酵日數第 14 天時，進行蒸餾，製成甘藷酒。甘藷酒的樣品蒐集溫度分為二階段，第一階段蒸餾溫度為 84-86℃，待此溫度下的酒液完全收集完後，蒸餾溫度提高至 92-94℃，為第二階段酒液收集，分析不同蒸餾溫度成分與產酒率之比較。

**甘藷品種質地特性表現於醱酵過程中澱粉與葡萄糖含量之變化**

以蒸煮後質地特性分別呈泥質的台農 66 號、偏粉質的台農 57 號及粉質特性之薩摩光品種為材料，塊根經清洗、削皮製成長條形藷簽稱鮮重 2 kg，以 100℃蒸煮 30 min，經冷卻至室溫後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藷泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，試驗期間分別於醱酵天數 0、2、4、6、8、10、12、14、16、18 天定期每隔 2 日由醱酵桶中取酒醪 5 g 為樣品，測定澱粉及葡萄糖含量變化。

葡萄糖之含量測定（唐 2002）：取攪拌均勻之酒醪 5g（鮮重）置於 20 mL之玻璃試管中，加入 4 mL之 80%酒精於 80℃、100 轉的震盪水浴鍋中 15 min，重複萃取三次，所得液體過濾後於離心管內以 1600 g離心 15 min，上清液置入濃縮試管中進行減壓濃縮，以Lichrolut RP-18 (40~63um) column抽氣過濾，濾液以HPLC測定。HPLC分析系統包括:Shimadzu LC-9A pump、RID-9A detector、CTO-10AS oven. 以TSK gel Amide-80 column (4. 6 mmID × 25) 檢測，移動相為 80%氰甲烷 ($CH_3CN$) 20% $H_2O$，流速為 1.2 mL／min，TSK gel Amide-80 column溫度設定 40℃。

澱粉含量測定（唐 2002）:上述經過酒精萃取後的殘渣於烘箱以 70℃烘乾，乾燥樣品加入 5 mL去離子水，於 100℃、100 轉的震盪水浴鍋中加熱 30 min，待冷卻，加入 2 mL之 9.2N過氯酸 ($HClO_4$) 放置 15 min，期間不時攪拌，定積至 10 ml，以 2500 g離心 10 min，取上清液 0.1 mL加入 1.9 mL去離子水、0.1 mL石炭酸 (Phenol) 及 6 ml濃硫酸，振盪均勻後靜置 30 min，以光電比色計波長 490 nm測定吸光值。

# 結　　果

**白殼添加量處理對甘藷台農 57 號於不同醱酵日數之產酒率比較**

以甘藷台農 57 號品種為原料，不同白殼添加量兩處理結果均在第 14 天有最高的產酒率，且每 4 kg甘藷鮮重添加二個白殼的處理其產酒率在每個取樣日數中均明顯較只添加一個白殼處理的產酒率高（圖 1）。

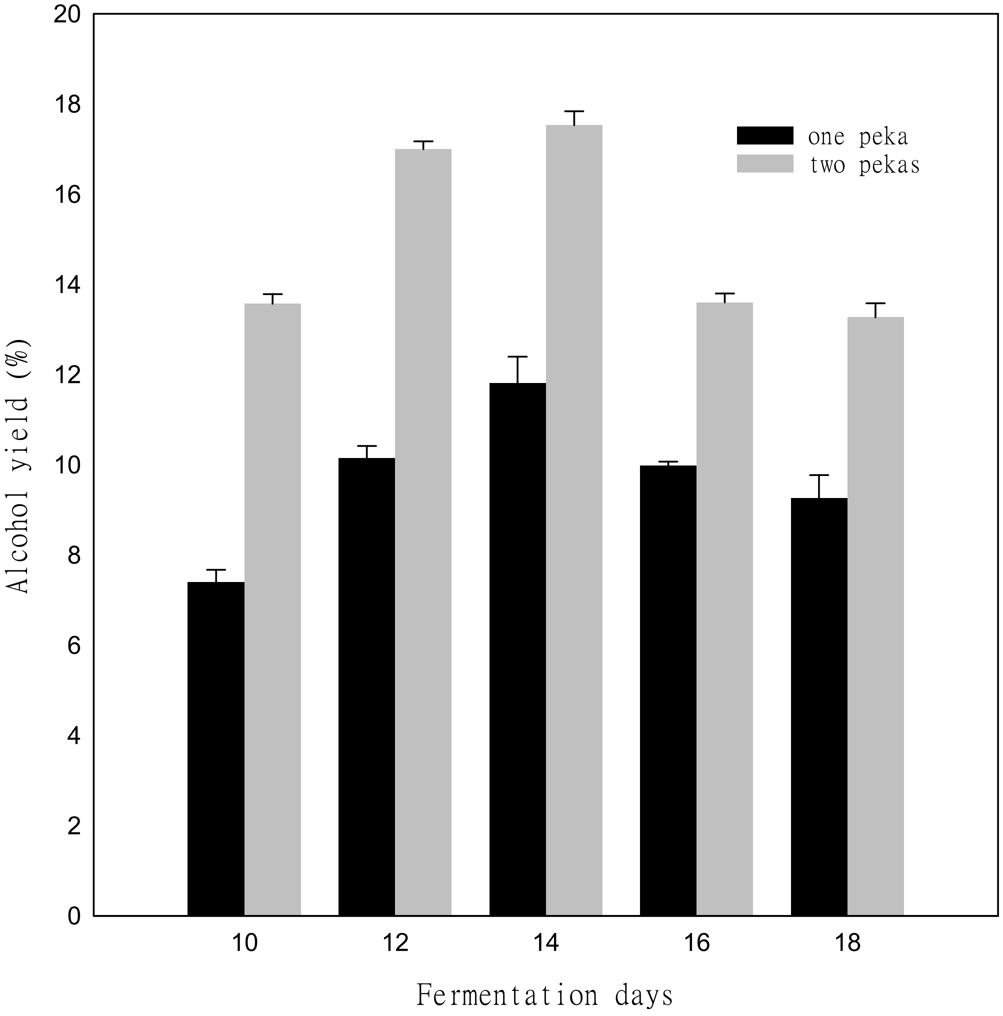


圖 1、不同白殼添加量對甘藷台農 57 號於不同發酵日數產酒率之比較。

Fig. 1. Effect of different amounts of peka on alcohol yield in sweet potato Tainung No. 57 during fermentation.

**不同甘藷品種間產酒率之比較**

調查 10 個不同甘藷品種系之產酒率結果顯示品種間有顯著差異，在醱酵第 14 日時進行蒸餾，結果以台農 57 號最高，爲 19.7%，而台農 65 號與薩摩光較低，分別爲 9.6%與 9.4%，其中白皮紫心品系產酒率最低僅 3.9%，其他供試品種產酒率則介於 11.2%至 14%之間，分別是台農 64 號之 14.1%、台農 66 號之 13.7%、台農 67 號之 13.4%、台農 68 號之 11.5%、台農 69 號之 13.12%、台農 70 號之 11.17%（圖 2）。

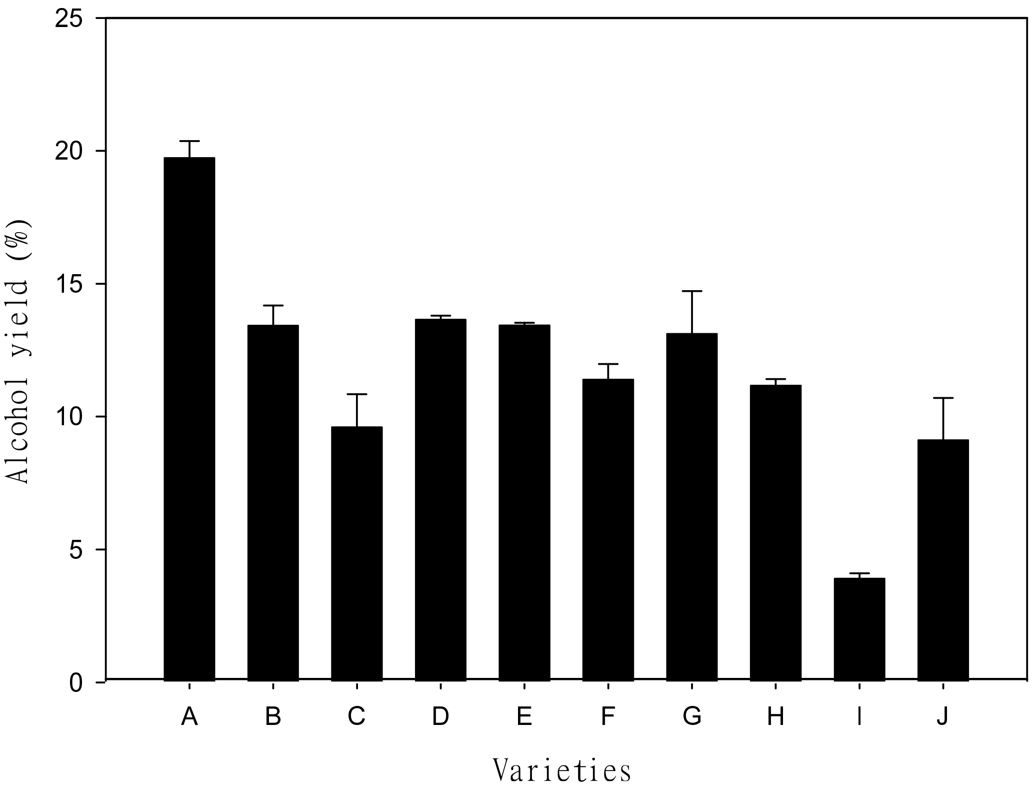


圖 2、不同甘藷品種產酒率之比較。(A：台農 57 號；B 台農 64 號；C：台農 65 號；D：台農 66 號；E：台農 67 號；F：台農 68 號、G：台農 69 號；H：台農 70 號；I：紫心品系；J：薩摩光)

Fig. 2. C omparisons of alcohol yield in different sweet potato varieties. (A:Tainung No. 57; B:Tainung No. 64; C :Tainung No.65; D:Tainung No.66; E:Tainung No.67; F:Tainung No.68 ; G:Tainung No.69 ; H:Tainung No.70 ; I:Purple line; J:Satsumahikari).

**蒸餾溫度對甘藷酒重要成分含量之影響**

分析甘藷酒中含量最高的成份是乙醇，蒸餾溫度高低顯著影響甘藷酒中乙醇濃度。在 84-86℃蒸餾溫度處理下，甘藷酒中乙醇的濃度在 63.32 至 73.76%之間，顯著較 92-94℃蒸餾溫度處理高，以 92-94℃蒸餾溫度處理下乙醇的濃度在 44.02 至 49.33%之間。此外，甲醇濃度高低亦受蒸餾溫度影響，有相同的結果。而其中台農 57 號在二個蒸餾溫度下均檢測不出甲醇含量，台農 70 號與薩摩光則在高蒸餾溫度處理下檢測不出甲醇含量。而醋酸濃度則在 92-94℃蒸餾溫度處理下較高，7 個品種均有相同的結果，其中台農 57 號在 84-86℃蒸餾溫度處理下檢測不出醋酸含量（表 1）。

**不同質地特性之甘藷品種於醱酵過程中酒醪內澱粉與葡萄糖含量之變化**

比較三個甘藷品種蒸煮後其質地表現分別爲極粉質之薩摩光、偏粉質之台農 57 號與質地呈泥質之台農 66 號爲材料，觀察甘藷質地特性對釀酒之影響。分析未發酵前藷泥所含的澱粉含量薩摩光爲 11.44%，其次爲台農 57 號爲 10.27%，台農 66 號最低爲 6.79%，拌入白殼進行發酵後，甘藷

表 1. 蒸餾溫度對不同甘藷品種之蒸餾酒重要成分含量的影響

Table 1. Effect of various distillation temperatures on important ingredient contents in sweet potato spirits of different varieties.

| Variety | Distil. temperature (℃) | Methanol (%) | Ethanol (%) | Acetic acid (%) |
|---|---|---|---|---|
| Tainung No.57 | 84～86 | --- | 69.50 | --- |
| | 92～94 | --- | 49.33 | 0.022 |
| Tainung No.64 | 84～86 | 0.130 | 70.16 | 0.012 |
| | 92～94 | 0.086 | 45.40 | 0.029 |
| Tainung No.66 | 84～86 | 0.153 | 67.83 | 0.019 |
| | 92～94 | 0.107 | 46.41 | 0.021 |
| Tainung No.67 | 84～86 | 0.167 | 69.61 | 0.020 |
| | 92～94 | 0.069 | 45.94 | 0.043 |
| Tainung No.68 | 84～86 | 0.109 | 63.32 | 0.009 |
| | 92～94 | 0.065 | 46.31 | 0.022 |
| Tainung No.70 | 84～86 | 0.106 | 70.17 | 0.018 |
| | 92～94 | --- | 44.02 | 0.031 |
| Satsumahikari | 84～86 | 0.182 | 73.76 | 0.015 |
| | 92～94 | --- | 44.59 | 0.043 |

酒醪中澱粉含量隨著醱酵的日數延長而遞減，三個品種均有相同的變化（圖 3）。分析三個不同品種之甘藷原料蒸煮後未發酵前藷泥中之葡萄糖含量以台農 57 號最高，爲 2.61%，薩摩光與台農 66 號較低分別爲 1.31% 與 1.08%。而在發酵過程於酒醪中測得之葡萄糖含量明顯以台農 57 號最高，尤其在發酵第 12 日有一顯著高峰含量。台農 66 號葡萄糖生成量低，在發酵第 14 日明顯下降。而薩摩光品種其酒醪中葡萄糖生成量最低，且在發酵第 18 日明顯下降（圖 4）。

## 討　　論

本試驗之甘藷酒釀造是將塊根削皮蒸煮後添加酒麴經發酵後加以蒸餾而成之蒸餾酒。試驗用酒麴爲白殼 (peka)，經實驗室培養觀察其菌種主要爲真菌 muras 屬。根據林 (1996) 報告，酒麴的作用主要是讓菌類生長在澱粉質原料上，使其積蓄大量澱粉分解酵素及其他酵素之物質，因此基本上酒麴應是一種液化、糖化劑。薛 (1997) 報告指出麴的用量越高，單位時間內還原糖產量越高。即麴的用量對原料糖化結果之還原糖產量有顯著影響。本試驗結果以台農 57 號爲原料進行試驗，結果明顯以添加兩個白殼處理的產酒率較只添加一個處理者高；且在發酵第 14 日有最高產酒率。

同一甘藷品種於不同釀造日數下所蒸餾而得的甘藷酒產酒率高低有顯著差異。若以台農 57 號爲原料在發酵日數第 14 天可得到最高的產酒率來加以討論；則根據林 (1996) 報告指出，釀酒主要過程是酒精發酵，首先利用酒麴中之澱粉分解酵素 (amylase) 將原料澱粉分解成酵母可代謝之碳源與氮源，之後酵母菌再將攝入體內的葡萄糖經醣解作用 (glycolysis) 之路徑代謝至丙酮酸 (pyruvic acid)，再經 pyruvate decarboxylase 及 alchhol dehydrogenase 之作用生成酒精。對照於台農 57 號甘藷酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖生成量的變化，結果顯示甘藷塊根經蒸煮後仍殘

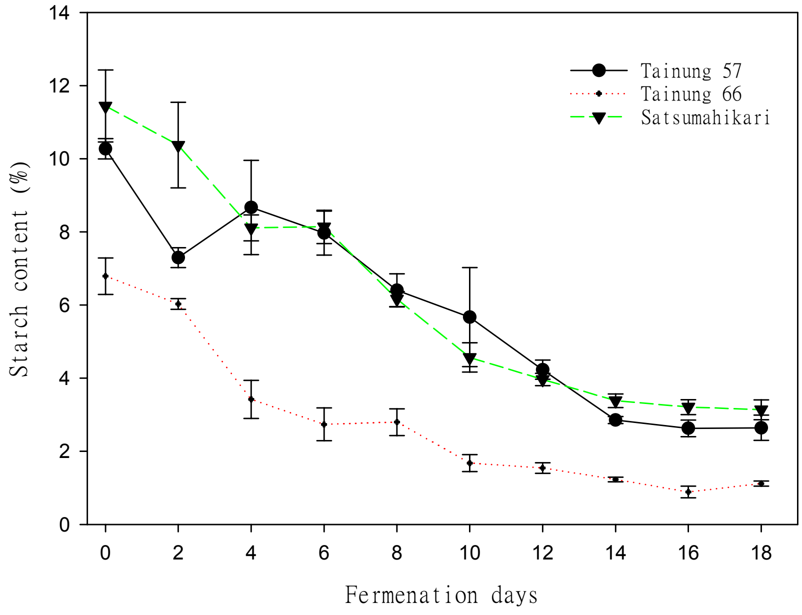


圖 3、不同甘藷品種於發酵過程中酒內澱粉含量之變化。
Fig. 3. Changes of starch contents in liquors of different sweet potato varieties during fermentation.

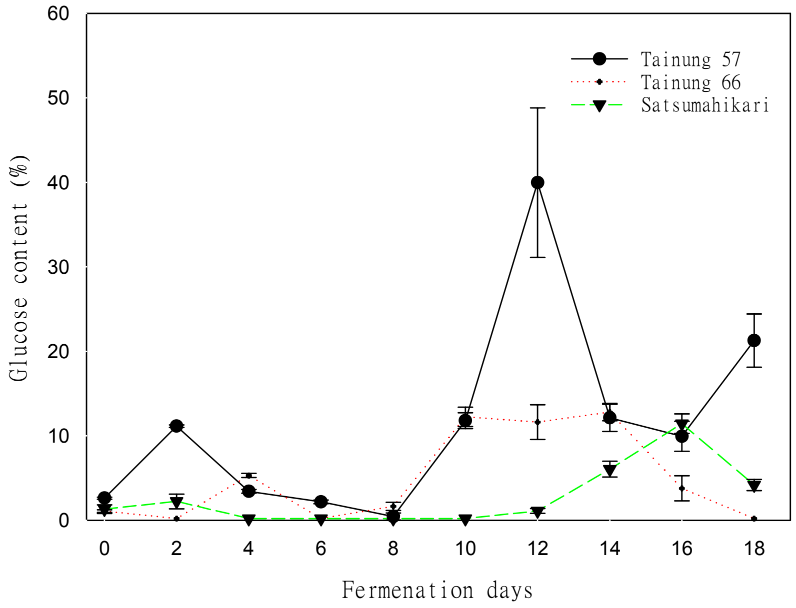


圖 4、不同甘藷品種於發酵過程中酒內葡萄糖含量之變化。
Fig. 4. Changes of glucose contents in liquors of different sweet potato varieties during fermentation.

留於藷泥中之澱粉（醱酵日數 0 天）含量爲 10.27%，在發酵過程中隨著日數延長酒醪中澱粉持續被酵素水解，至醱酵第 12 日，酒醪中的澱粉含量已降低至 4.23%，即蒸煮後的藷泥在發酵日數達 12 天時，澱粉含量相對於醱酵日數 0 天時減少比例約 60.0%，至醱酵第 14 日則減少比例達 72.5%，僅餘 2.86%，而自醱酵第 14 日至 18 日之間酒醪中澱粉含量不再有明顯的變化。分析蒸煮後台農 57 號藷泥中葡萄糖含量（醱酵日數 0 天）爲 2.61%，而在醱酵第 10 日酒醪中的葡萄糖明顯提高至 11.78%；在醱酵第 12 日達到最高，爲 45.63%；醱酵第 14 日降爲 12.11%，此變化應是酵母菌作用將葡萄糖快速轉化成酒精的緣故。

以偏粉質的台農 57 號品種而言，酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 12 日，且在發酵日數第 14 日時葡萄糖含量顯著下降，又對照酒醪中的澱粉含量亦在發酵日數第 14 天後即不再有明顯變化，藉由其酒醪內澱粉與葡萄糖的變化趨勢，台農 57 號甘藷品種在發酵日數第 14 天可得到最高的產量應是可被預估的。而且根據酒精產率的計算，酵母菌若完全將發酵液中的醣類完全轉換成酒精，理論上酒精的收率約爲糖量的 51.1%，但糖的一部份被消耗於製造菌體生長所需物質，因此實際上酒精的收率約爲理論收率的 95%，即約爲糖量的 48%。試驗結果亦顯示台農 57 號品種酒醪在發酵日數第 14 日蒸餾則可得到最高產酒率，且酒精收率亦接近糖量的理論收率。由此推斷根據甘藷品種酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖含量的變化，不同甘藷品種之最高產酒率的發酵天數似乎有脈絡可循。

比較台農 57 號、台農 66 號與薩摩光三個甘藷品種之酒醪中葡萄糖生成量最高峰的時期並不相同，台農 57 號品種酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 12 日，之後急遽下降而在發酵日數第 14 日得到最高產酒率，而台農 66 號品種酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 14 日，薩摩光品種酒醪內葡萄糖生成最高峰則是在發酵後第 16 日，因此發酵日數 14 日可能並非台農 66 號與薩摩光此二個品種最適當的發酵日數。分析台農 66 號甘藷品種酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖生成量的變化，結果顯示甘藷塊根經蒸煮後仍殘留於藷泥中之澱粉（醱酵日數 0 天）含量爲 6.79%，隨著發酵日數延長，酒醪中澱粉持續被酵素水解，至醱酵第 8 日，酒醪中的澱粉含量已降低至 2.8%，與醱酵日數 0 天時相比減少約 60.0%，至醱酵第 10 日累積減少量達 75.3%，僅餘 1.68%，自醱酵第 10 日至 18 日之間酒醪中澱粉含量不再有明顯的變化。比較其葡萄糖含量則在醱酵第 10 日酒醪中的葡萄糖由醱酵日數 0 天時之 1.08%提高至 12.23%，醱酵第 12 日爲 11.61%，至醱酵第 14 日測得含量爲 12.8%，在發酵第 16 日則顯著下降，至第 18 日僅餘 0.2%。因此，酒精快速生成的時期應是發酵日數第 16 天時，此時期台農 66 號應可得到最高產酒率。而薩摩光品種之酒醪，在醱酵第 10 日，原料中澱粉已由醱酵日數 0 天時之 11.44%降低至 4.5%，期間有 60.1%的澱粉被水解轉化，至醱酵第 12 日酒醪中澱粉含量降低至 3.96%，其被水解轉化的量累積達 65.4%，而自醱酵第 12 日至第 18 日無明顯變化。在醱酵第 14 日時酒醪中測得葡萄糖含量爲 6.04%，醱酵第 16 日達到最高爲 11.43%至醱酵第 18 日葡酒醪中萄糖含量下降到 0.2%。對薩摩光品種而言，所需發酵日數應較其他兩個供試品種長。本試驗結果顯示甘藷產酒率與最經濟的發酵日數，會因品種不同有顯著影響。

甘藷蒸煮後甘藷泥之葡萄糖含量會顯著受甘藷品種影響 (McArdle 1986)，本試驗中調查 10 個不同甘藷品種系之產酒率結果，在醱酵第 14 日進行蒸餾時，品種間有顯著差異。由於葡萄糖是酵母菌進行酒精發酵之主要基質，而且在發酵時若初發之糖濃度較高，發酵速度較快 (Wei 1983)。因此，以甘藷爲釀酒原料時，雖然與品種質地特性無明顯關聯，但可推斷應以蒸煮後還原糖含量高的品種較有利，且其最高產酒率的發酵日數會因甘藷品種不同而影響酒醪中葡萄糖的含量與被酵母菌作用的速率。因此瞭解不同甘藷品種最適當的發酵天數也會是影響產酒率的重要因素。 若針對以

品種特性來區隔甘藷蒸餾酒的釀造製作，以台農 57 號品種產酒率高、甲醇含量低安全性高、且醋酸含量低風味佳，是甘藷酒釀造的極佳品種選擇。

## 引用文獻 (Literature cited)


Lai, Y. C. 2005. Sweet Potato. Crop Edition-1:57- 68. Taiwan Agriculture Encyclopedia. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei. 582 pp. (in Chinese)

Lin, J. J. 1996. Enzymes related with wine making. Win. Mak. Sci. Technol. 18:158-168. (in Chinese) (林俊杰。1996。釀酒有關之酵素。製酒科技專論彙編 18:158-168。)

McArdle, R. N. and J. C. Bouwkamp. 1986. Use of heat treatments for saccharification of sweet potato mashes. J. Food Sci. 51: 364-366.

Siue, T. F. 1997. Discussion on fermentation at high concentration for making rice wine. Win. Mak. Sci. Technol. 19: 72-84. (in Chinese)(薛添福。1997。米糧釀造酒高濃度發酵釀酒的討論。製酒科技專論彙編 19:72-84。)

Tang, C. H. 2002. The relationship between Maturity, time of dehydration and chemical treatment in physiological change and postharvest quality of cut gerbera. Department of Horticulture. National chung Hsing University. Master Thesis. Taichung. 130 pp. (in Chinese with English abstract)

Wei, D. L. and S. C. Jong.1983. Chinese rice pudding fermentation: fungal flora of starter cultures and biochemical changes during fermentation. J. Ferment. Technol. 61:573-579.

Yang, S. S., Chen, B. F., Lee, C.B., Lee, T. C. and J. W. Lee. 1993. Brewing of sweet potato spirits. Food Sci. 20:96-102. (in Chinese with English abstract)

# Study on the Properties of Brewing Spirits from Sweet Potato Varieties[1]

Hsin-Chen Lee[2], Shwu-Jene Tsai[3], Huey-Ing Liu[3] and Yi-Shin Chen[2,4]

## Abstract

Lee H. C, S. J. Tsai., H. I. Liu, and Y. S. Chen. 2006. Study on the properties of brewing spirits from sweet potato varieties. J. Taiwan Agric. Res. 55: 181-189.

The alcohol yields from different sweet potato varieties were different. The highest producing rate was Tainung No.57at the 14th day after fermentation. Ethyl alcohol was the major ingredient in sweet potato spirits. The methyl and ethyl alcohol concentrations were effected by steaming temperature. Tainung No.57 didn't show the methyl alcohol content when comparing with other varieties. The higher acetic acid concentration was found in all varieties at higher steaming temperature. By analyzing the change of the starch and glucose concentrations during fermentation, it can adjudge and evaluate the highest production of sweet potato spirits from different varieties.

**Key words:** Sweet potato spirits, Brew, Fermentation, Alcohol yield, Peka.

---

1. Contribution No.2265 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: August 5, 2006.
2. Respectively, Assistant Agronomist, Senior Agronomist and Head of Department of Agriculture, Chiayi Agricultural Experiment Station, ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Assistant Agricultural Chemistry and Senior Agricultural Chemistry of Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: Chenyisn@dns.caes.gov.tw ; Fax: (05)2774009.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):190~200 (2006)

# 膜莢黃耆的農藝性狀調查與活性成分分析[1]

林義恭[2, 3] 陳邦華[2, 4] 張永勳[3] 吳岳文[3]
劉新裕[2] 賴瑞聲[2] 高瑞隆[2] 劉嘉仁[2]

## 摘　要

林義恭、陳邦華、張永勳、吳岳文、劉新裕、賴瑞聲、高瑞隆、劉嘉仁。2006。膜莢黃耆的農藝性狀調查與活性成分分析。臺灣農業研究 55(3):190~200。

為了解膜莢黃耆在台灣的栽培的農藝性狀及其成分含量，在三個地點試作並分析成分，栽培一年半的膜莢黃耆及蒙古黃耆的平均株高分別為 68 cm 及 76 cm，二者間差異顯著。每株平均分枝數膜莢黃耆為 6，蒙古黃耆為 9；平均鮮莖葉重膜莢黃耆為 374.6 g，蒙古黃耆為 366.3 g。平均乾莖葉重膜莢黃耆為 131.2 g，蒙古黃耆為 129.4 g。平均鮮根重膜莢黃耆為 264.3 g，蒙古黃耆為 203.6 g。平均乾根重膜莢黃耆為 135.0 g，蒙古黃耆為 132.3 g。公頃產量膜莢黃耆為 1,342 kg/ha，蒙古黃耆為 1,248 kg/ha。由根分離出的異黃酮 (isoflavonoids) 共有三種化合物，包括 (1). (6aR,11aR) 9,10–dimethoxypterocarpan–7-O-β-D- glucopyranoside（二甲氧基紫檀烷-葡萄糖苷）；(2). (3R) -(-)-7,2– hydroxy-3’, 4’-dimethoxy– isoflavan-7-O-β- D-glucopyranoside（二甲氧基異黃烷-葡萄糖苷）；及(3). calycosin（毛蕊異黃酮）。3 種黃酮類含量合計介於 0.27~0.55 mg/g 之間，栽培地區中以霧社地區 0.55 mg/g 最高，三地門 0.43 mg/g 次之，臺中地區 0.36 mg/g 又次之，而市售品 0.27 mg/g 最低。 4 種黃耆皂甙 (astragaloside) 含量合計介於 0.74~1.08 mg/g 之間，以市售品 1.08 mg/g 最高，臺中地區為 0.95 mg/g 次之，與市售品間差異為不顯著，霧社地區 0.87 mg/g 又次之，三地門 0.74 mg/g 居末。就已分析的活性成分而言，台灣種植的黃耆並不亞於國外進口藥材。

**關鍵詞**: 膜莢黃耆、蒙古黃耆、農藝性狀、活性成分、黃耆藥材。

## 前　言

黃耆的正品為豆科 (Leguminosae) 植物 「膜莢黃耆」*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge.和「蒙古黃耆」*A. membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 的乾燥根，藥材名稱為 Astragali Radix。世界上黃耆屬 (*Astragalus* 屬) 有 278 種，其中 35 種和 2 個變種分布在中國 (Fu 1998)。臺灣習用的黃耆替用藥材是紅耆，為岩黃耆屬 (*Hedysarum* 屬) 植物:多序岩黃耆 (*Hedysarum polybotrys* Hand Mazz.) 的根，根皮紅色，較甜，因此臺灣人較喜愛，紅耆物種是不同於白皮的膜莢黃耆與蒙古黃耆，紅耆分布中國的北、東北、西北，膜莢黃耆原分布於中國華北、西北、東北、

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2266 號。接受日期: 95 年 8 月 15 日。
2. 本所農藝組助理研究員、副研究員兼關西工作站主任、研究員、助理研究員、助理研究員及助理研究員。臺灣 臺中 霧峰。
3. 中國醫藥大學博士生、教授、醫師與博士生。臺灣 臺中。
4. 通訊作者，電子郵件:banghcheng@wufeng.tari.gov.tw ; 傳真機: (03)5476017。

山東、四川，蒙古黃耆原分布於中國華北、吉林、黑龍江。近年來中國爲因應台灣的需求，也在福建等省種植大量的紅耆，以供應台灣及東南亞華人的需要。然而膜莢黃耆有幾種異黃酮成分是紅耆所沒有的 (Ma *et al.* 2002b)，因此，選擇正品的膜莢黃耆藥材是首要的工作。近六年來，黃耆是臺灣中醫院使用量第一名的中藥藥材，根據中華民國關稅總局統計資料，中國是主要的原料供應國家，進口價格由中國掌握，價格每年上漲，以 2005 及 2004 年漲幅最大，較 2003 年每公斤價格上漲 75.60%及 52.57%。

此外，中國若繼續控管野生甘草材料後，對臺灣所需的其他重點中藥材進行價格調漲，甚至管制出口，那麼，缺乏原料就無法製造出中草藥生物科技的產品，再則，中國生產的中藥原物料安全堪虞，重金屬及禁用農藥的污染時有所聞，因此，在臺灣栽培高品質黃耆藥材有其必要。膜莢黃耆 *A. membranaceus* (Fisch.) Bge.爲正品黃耆藥材，也是國人補氣重要藥材，然而國人或因不知道或因偏好較具甜味的紅耆，因此，臺灣每年自中國進口的黃耆藥材約有 85%爲不同屬的多序岩黃耆，也就是紅耆，正品膜莢黃耆數量稀少。中草藥發展首重正確基原之選擇，以及建立穩定成分的栽培模式，經過本所多年的引種試驗，膜莢黃耆或可作爲將來本地自行生產的重要本草藥材。

黃耆的成分可以 HPLC 分析其指標成分黃耆皂甙等的含量 (Pan & Shuan 2005；Li & Fitzloff 2001；Zhou *et al.* 1995) 與黃酮類含量 (Lin *et al.* 2000；Wu *et al.*2005)，膜莢黃耆和蒙古黃耆的成分相似 (Ma *et al.* 2000a)，中國山西產的黃耆成分品質最佳 (Ma *et al.* 2000a)，DNA 序列也相近 (Ma *et al.* 2000b)。黃耆主要活性成分黃酮類及黃耆皂苷含量隨採收季節及栽培年份而改變，一般以 9~12 月採收及 3 年根的成分含量爲最高 (Ma *et al.* 2002b)，還有一種在中國北方生產的紅色根皮黃耆代用品岩黃耆屬的紅耆 *H. polybotry* 其成分與膜莢黃耆與蒙古黃耆不同，岩黃耆屬的紅耆成分缺二甲氧基紫檀烷、二甲氧基異黃烷和毛蕊異黃酮等三種異黃酮與四種黃耆皂甙 (Ma *et al.* 2002b)。

近幾年使用了製備有效成分的HSCCC法，並且以溶劑ethyl acetate (乙酸乙酯 $CH_3COOC_2H_5$)—ethanol (乙醇$C_2H_5OH$)---acetic acid (醋酸$CH_3COOH$) ---water (水$H_2O$)=4:1:0.25:5 純化萃取得到 95% 50 mg二甲氧基紫檀烷-葡萄糖苷 (6aR,11aR) 9,10-dimethoxypterocarpan-7-O-β-D-glucopyranoside 及 95% 10 mg 的二甲氧基異黃烷-葡萄糖苷(3R)-(-)-7,2'-hydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan-7-O-β-D-glucopyranoside (Ma *et al.*2004)。及由 200 mg 粗萃取物中萃取出純度爲 95%之 12 mg 毛蕊異黃酮-葡萄糖苷與 10 mg 芒柄花黃素-葡萄糖苷。(Ma *et al.* 2003)。和由乙酸乙酯的萃取物可以純化得到毛蕊異黃酮 (Calycosin)，從 200 mg 的粗萃物中得到純度 99% 14.8 mg 的毛蕊異黃酮 (Ma *et al.* 2002a)。

黃耆已經有多種對照用的 HPLC 成分標準劑，利用成分標準劑以 HPLC 來定量本所生產的黃耆藥材，其目的係用來判斷臺灣自行生產的黃耆藥材之成分。黃耆成分有黃耆皂甙 (astragaloside ⅠⅡⅢ Ⅳ)，其他成分有多糖、黃酮。多糖類有黃耆多糖 polysaccharides (astragalan ⅠⅡⅢ) 等多糖化合物，黃酮類有 kaempferol（山奈酮）、quercetin（槲皮酮）、calycosin（毛蕊異黃酮）、isoflavan（異黃酮）、pterocarpan（紫檀烷）等。黃耆味甘，性微溫，有補氣固表，利尿生肌功能（Huang *et al.* 2001），黃耆生藥長久以來作爲補氣上品中藥，有關黃耆的現代研究，Pan & Shuan. 2005；Li & Fitzloff 2001；Zhou *et al.* 1995；Lin *et al.* 2000；Wu *et al.* 2005 等學者在成分萃取方法、DNA sequence、免疫提升、細胞、動物實驗均有研究報告，本文旨在介紹及討論膜莢黃耆的栽培與活性成分。

# 材料與方法

### 膜莢黃耆正確基原及量化栽培模式建立

利用本所種植的膜莢黃耆與蒙古黃耆植株，由本所進行以 GAP 爲原則的示範栽培園圃，就土壤、水分、植物保護、植物性有機肥、生產管理、正確收穫時間、田間操作、貯藏條件、加工炮製作業、對人類健康的評估及生態環境的影響等逐一詳細記錄。除本所試區外，另在不影響水土保持爲原則下，選擇二處位於海拔較高的農地（海拔 800 m 之屏東縣三地門鄉 Sandimen 及海拔 1200 m 之南投縣霧社鄉 Wushe 各一處），以便進行採種田的設立及成分萃取變化曲線的比較。

### 種植與取樣調查

預備試驗證實種子發芽率可達 95%以上之育苗方式，建立黃耆專業栽培園圃各 0.1 ha。種植後 6、9、12 及 18 個月進行 4 次的採根及莖葉處理，以不同月份收穫的目的係爲生長調查，每次收穫 30 株，重複 3 次，計算其根收量及莖葉收量，分爲 4 次採收處理的目的係爲建立黃耆植物在台灣的生長資料。種植及收穫時間分別爲：臺中本所 2004/04/28 種植，2005/10/26 收穫；三地門 2004/04/23 種植， 2005/10/28 收穫；霧社 2004/05/28 種植，2005/11/29 收穫，生育日數均爲 18 個月，使用做爲成分分析的材料，另外，作爲不同月份採收的黃耆成分分析的根均是生育日數相同的材料。黃耆的田間施肥係使用粒狀有機質肥料，全氮 12%、銨態氮 11%、檸檬酸溶性磷 8%、水溶性磷 4%、水溶性氧化鉀 10%、檸檬酸溶性氧化鎂 2%、水溶性氧化鎂 1% (N23、P 12、K 10) 每 0.1 ha 施用量爲 100 kg（5 包），及使用粉碎花生殼施用在田間，施用量爲每 0.1 ha 施用 900 kg （30 包）。

### 黃耆根成分分析

實驗室中分析方法：黃耆皂甙 (astragaloside Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ) ，及異黃酮 (isoflavonoid)，針對 GAP 生產的根及葉以不同溶劑層萃取化合物，以乙醇、氯仿、甲醇、乙醚及正丁醇等有機溶劑萃取不同的有效成分，已知成分另由 HPLC 作含量的檢定。黃耆異黃酮的測定步驟爲：精密稱取膜莢黃耆根粉 5 g，置索氏 (Soxhlet) 萃取裝置中用 80%甲醇 100 mL 萃取 2 小時，將萃取液過濾，減壓並蒸去甲醇，用乙酸乙酯萃取 3 次，去除大部份的糖類成分（Thsan & Din 2002），合併乙酸乙酯部份減壓蒸乾，以重蒸甲醇定容至 2 mL，用 0.45μm 細孔濾膜過濾，濾液用 HPLC 分析，每次進樣 20μl，與未經處理的濾液相比較，將有顯著的改善效果。色譜條件: 層析管柱 RP18, 250 mm × 6 mm, mobile phase 係 acetonitrile: water=25:75，柱溫爲室溫，流速 1 mL/min, 檢測波長 280 nm（化合物 1,2,3）。使用 Waters 2487 HPLC dual-wavelength absorbance detector, Waters 600E multisolvent delivery system, Waters 600 system controller, Waters Delta 600 pump, Millennium 32 workstation。

以下 3 種是黃耆的指標成分: 化合物 1 爲 (6aR,11aR) 9,10-dimethoxypterocarpan-7-O-β-D-glucopyranoside 二甲氧基紫檀烷-葡萄糖苷；化合物 2 爲 (3R)-(-)-7,2-hydroxy-3’,4’-dimethoxyisoflavan-7-O-β-D-glucopyranoside 二甲氧基異黃烷-葡萄糖苷； 化合物 3 爲 calycosin 毛蕊異黃酮。

# 結　　果

### 黃耆的基原與農藝性狀

利用本所栽培的黃耆植株外觀性狀，可區分爲膜莢黃耆和蒙古黃耆等二種，膜莢黃耆和蒙古黃耆的外觀型態稍有差異，二者均可作爲正品黃耆，膜莢黃耆的葉片較寬且大，爲寬卵形，長度 2.8 cm

寬度 1.6 cm，蒙古黃耆的葉較小而圓，長度 1.8 cm，寬度 0.9 cm；膜莢黃耆的植株莖葉較爲展開，蒙古黃耆的莖葉則是較爲直立，栽培一年半的膜莢黃耆平均株高爲 68 cm，蒙古黃耆爲 76 cm，二者達顯著差異。每株平均分枝數膜莢黃耆爲 6，蒙古黃耆爲 9。平均鮮莖葉重膜莢黃耆爲 374.6 g，蒙古黃耆爲 366.3 g。平均乾莖葉重膜莢黃耆爲 131.2 g，蒙古黃耆爲 129.4 g。平均鮮根重膜莢黃耆爲 264.3 g，蒙古黃耆爲 203.6 g。平均乾根重膜莢黃耆爲 135.0 g，蒙古黃耆爲 132.3 g（表 1）。膜莢黃耆根之公頃產量爲 1,342 kg，蒙古黃耆爲 1,248 kg。

**成分分析**

以三個地區生產的黃耆根（生育日數均爲 18 個月）作爲材料，於實驗室以 HPLC 分析黃耆根的黃酮類含量，每個樣品重複分析 3 次，取平均值，列如表 2 。 3 種黃酮類含量合計介於 0.272~0.551 mg/g 之間，地區中以霧社的含量 0.551 mg/g 爲最高，三地門 0.428 mg/g 次之，臺中 0.357 mg/g 第三，市售品 0.272 mg/g 最低，若以化合物種類不同計算，化合物 1 爲二甲氧基紫檀烷-葡萄糖苷，含量以霧社 0.120 mg/g 最高，臺中地區和市售品分別爲 0.084 和 0.088 mg/g 差異不顯著，三地門爲 0.070 mg/g 最低。化合物 2 爲二甲氧基異黃烷-葡萄糖苷，以霧社 0.184 mg/g 最高，市售品 0.084 mg/g 其次，臺中 0.079 mg/g 次之，三地門 0.057 mg/g 最低。化合物 3 爲毛蕊異黃酮，以三地門 0.301 mg/g 最高，霧社地區 0.247 mg/g 次之，臺中 0.194 mg/g 次之，市售品 0.100 mg/g 最低。綜合三地區的表現，結果係以種在霧社地區的膜莢黃耆之黃酮類的含量較高，種植在臺中的僅毛蕊異黃酮含量高於市售品。

**黃耆根的皀甙含量**

四種黃耆皀甙 (astragaloside) 含量合計介於 0.737~1.077 mg/g 之間，地區中以市售品的 1.077 mg/g 總皀甙含量爲最高，臺中 0.948 mg/g 次之，與市售品差異不顯著，霧社 0.868 mg/g 第三，三地門 0.737 mg/g 總皀甙含量最低（表 3）。若以化合物種類不同計算，黃耆皀甙 I 的含量以市售品

表 1. 膜莢黃耆與蒙古黃耆不同生長日數的植株外表性狀

Table 1. The agronomic characters of *A. membranaceus* and *A. membranaceus* var. *mongholicus* in different growth duration (month).

| Entry | Growth Duration (M) | Plant height (cm) | Branch numbers | Fresh stem and leaf weight (g/plant) | Dry stem and leaf weight (g/plant) | Fresh root weight (g/plant) | Dry root weight (g /plant) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *A. membranaceus* | 6[z] | 40 d[y] | 4 b | 85.9 d | 30.2 d | 40.2 d | 28.1 d |
| | 9 | 48 c | 4 b | 144.3 c | 54.8 c | 104.6 c | 73.2 c |
| | 12 | 55 b | 6 a | 227.2 b | 86.3 b | 182.4 b | 117.7 b |
| | 18 | 68 a | 6 a | 374.6 a | 131.2 a | 264.3 a | 135.0 a |
| *A. membranaceus* var. mongholicus | 6 | 40 d | 5 c | 103.2 d | 39.3 c | 42.3 d | 29.7 d |
| | 9 | 49 c | 6 bc | 139.2 c | 49.6 c | 110.3 c | 74.6 c |
| | 12 | 60 b | 8 a | 213.3 b | 82.4 b | 160.3 b | 102.2 b |
| | 18 | 76 a | 9 a | 366.3 a | 129.4 a | 203.6 a | 132.3 a |

[z] Growth duration (month).

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

表 2. 不同地區栽培之膜莢黃耆根的 3 種黃酮類含量

Table 2. Three isoflavone contents (mg/g) of *A. membranaceus* sampled from four different plantation location

| | Isoflavone contents (mg/g) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Plantation location | 1[z] | 2 | 3 | 1+2+3 |
| Taichung | 0.084 b[y] | 0.079 c | 0.194 c | 0.357 bc |
| Wushe | 0.120 a | 0.184 a | 0.247 b | 0.551 a |
| Sandimen | 0.070 c | 0.057 d | 0.301 a | 0.428 ab |
| Market sample (imported) | 0.088 b | 0.084 b | 0.100 d | 0.272 c |

[z] 1: (6aR,11aR)9,10-dimethoxypterocarpan-7-O-β-D-glucopyranoside (二甲氧基紫檀烷) ;2: (3R)-(-)-7,2-hydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan-7-O-β-D-glucopyranoside (二甲氧基異黃烷) ;3: calycosin (毛蕊異黃酮).

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

表 3. 四個地區之膜莢黃耆根的 4 種黃耆皂甙含量 (mg/g)

Table 3. Four astragaloside contents (mg/g) of *A. membranaceus* sampled from four different plantation location

| | Astragaloside contents (mg/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Plantation location | Ⅰ[z] | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Total |
| Taichung | 0.902 b[y] | 0.030 b | 0.005 a | 0.011 b | 0.948 ab |
| Wushe | 0.803 c | 0.041 a | 0.006 a | 0.018 a | 0.868 b |
| Sandimen | 0.700 d | 0.032 b | 0.002 b | 0.003 cd | 0.737 c |
| Market sample (imported) | 1.040 a | 0.030 b | 0.002 b | 0.005 c | 1.077 a |

[z] The content of AstragalosideⅠ, AstragalosideⅡ, AstragalosideⅢ, AstragalosideⅣ and total Astragaloside content.

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

1.040 mg/g 最高，臺中 0.902 mg/g 次之，霧社 0.803 mg/g 第三，三地門 0.700 mg/g 最低。黃耆皂甙Ⅱ的含量以霧社 0.041 mg/g 最高，臺中、三地門及市售品分別為 0.030、0.032 及 0.030 mg/g，三地區間差異不顯著。黃耆皂甙Ⅲ的含量，臺中及霧社分別為 0.005 及 0.006 mg/g 最高，二地區間差異不顯著，三地門及市售品分別為 0.002 及 0.002 mg/g 次之，二地區間之差異也不顯著。黃耆皂甙Ⅳ的含量以霧社 0.018 mg/g 最高，臺中 0.011 mg/g 其次，市售品與三地門分別為 0.005 及 0.003 mg/g，二地區間之差異為不顯著。綜合三地區的表現，以種在臺中地區的膜莢黃耆總黃耆皂甙的含量較高，霧社次之。

黃耆根的 3 種黃酮類化合物的含量季節變化如圖 1，霧社地區栽培之膜莢黃耆 3 種黃酮的含量季節變化，二甲氧基紫檀烷的含量，於 11 月達到最高，12 月次之，1-2 月其次，6-8 月含量最低，含量自 0.05 mg/g 至 0.12 mg/g。二甲氧基異黃烷於 12 月的含量達最高，9-12 月含量尚高，7-8 月最低，含量介於 0.043 mg/g 與 0.184 mg/g。毛蕊異黃酮於 12 月達最高，10-12 月含量亦高，4-8 月變低，於 0.073 mg/g 至 0.247 mg/g。由圖 1 可知，臺灣栽培黃耆最適採收期為 11-12 月，其次為 1-2 月間。

四種黃耆皂甙含量的季節變化如圖 2~3。圖 2 為臺中地區栽培黃耆之黃耆皂甙Ⅰ依取樣月份不同的含量變化，含量介於 0.688 mg/g（1 月）與 0.902 mg/g（10 月）之間，10 月採收達到最高點。由於黃耆皂甙Ⅰ含量的基準點較高，合併作圖看不出黃耆皂甙Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ曲線的差異性，因此黃耆

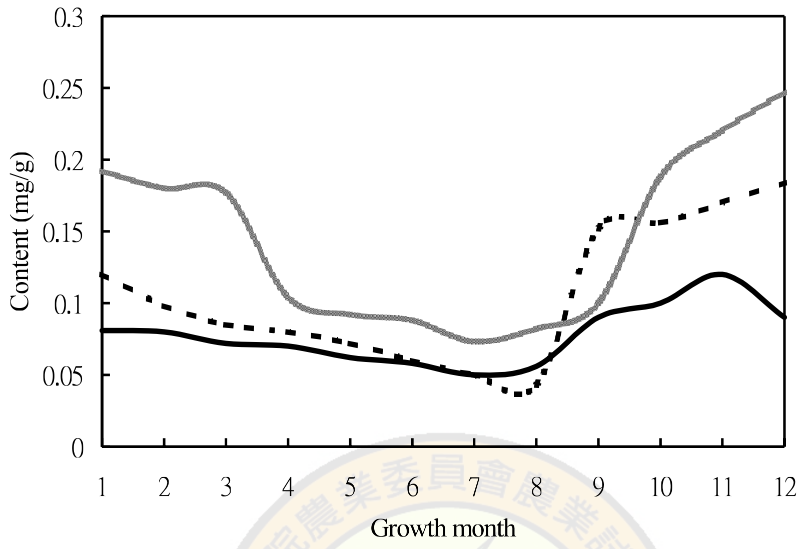


圖 1.栽培之黃耆 3 種異黃酮含量之季節變化。

Fig. 1. Seasonal changes of three isoflavone contents in the root of *A. membranaceus*. soflavonoids 1: (6aR,11aR)9,10-dimethoxypterocarpan-7-O-β-D-glucopyranoside (二甲氧基紫檀烷)；isoflavonoids 2: (3R)-(-)-7,2-hydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan-7-O-β-D-glucopyranoside （二甲氧基異黃烷）；isoflavonoids 3: calycosin (毛蕊異黃酮)

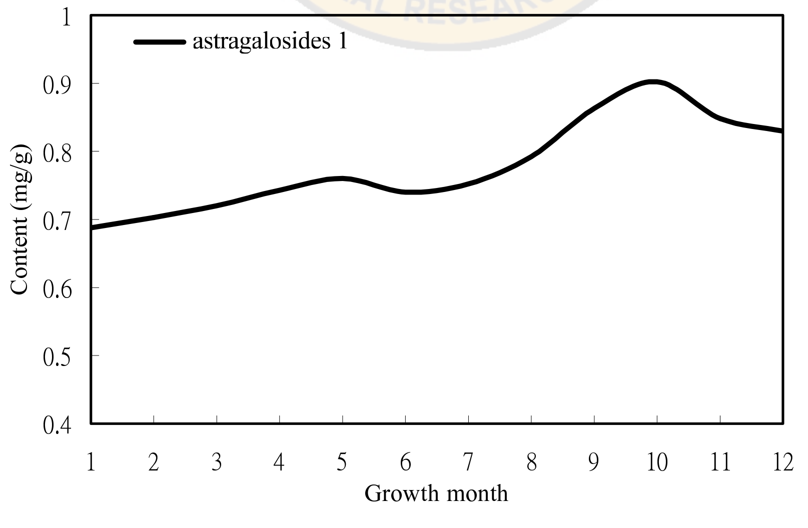


圖 2.栽培之黃耆黃耆皂甙 I 含量之季節變化。

Fig. 2. Seasonal change of astragaloside I content in the root of *A. membranaceus*.

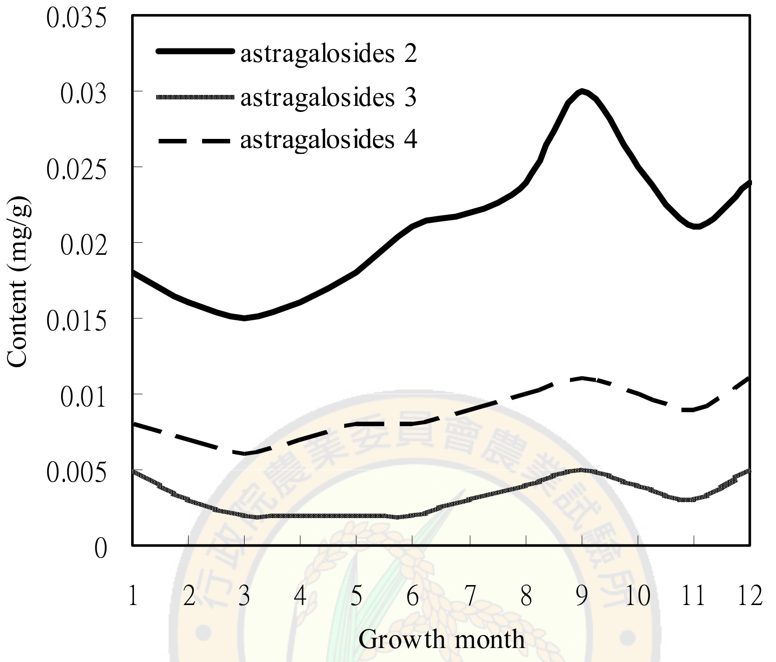


圖 3. 栽培之黃耆黃耆皂甙Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ含量之季節變化。

Fig. 3. Seasonal changes of astragaloside Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ contents in the root of *A. membranaceus*.

皂甙Ⅰ與黃耆皂苷Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ分別作圖，黃耆皂甙Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ含量的季節變化如圖 3，黃耆皂甙Ⅱ的含量由 0.015 mg/g（3 月）至 0.03 mg/g（9 月），於 8~10 月爲高點，其中又以 9 月採收達到最高。黃耆皂甙Ⅲ的含量由 0.002 mg/g（3-5 月）至 0.005 mg/g（9 月），以 9 月採收達到最高，8 月~10 月爲高點。黃耆皂甙Ⅳ的含量由 0.006 mg/g（3 月）至 0.011 mg/g（9 月），其中以 9 月採收達到最高，8~10 月爲高點。

## 討　論

本試驗中，黃耆在臺中、三地門及霧社三個栽培地區，其海拔高度分別爲平地、800 m 及 1200 m，由植株外觀性狀，可明顯區分爲膜莢黃耆和蒙古黃耆二種。膜莢黃耆和蒙古黃耆的外觀型態稍有差異，二者均可作爲正品黃耆，但是市面上常見的紅耆並非正品黃耆，而是連屬名都不一樣的岩黃耆屬的多序岩黃耆，無非誤用種類，或可稱爲混用種類，因爲有人偏好較具甜味的多序岩黃耆，許多藥膳餐廳也混用至今，久而久之誤以爲用的是正品黃耆。紅耆與膜莢黃耆肉眼即可區分，在黃耆藥材的切片上常可見到根皮，若根皮顏色是黃白色的，應是膜莢黃耆的根，若是紅色或淡紅棕色的，則是多序岩黃耆的根。膜莢黃耆和蒙古黃耆的外觀較相似，但膜莢黃耆和多序岩黃耆的植株外觀顯著有異，且成分也不同，例如多序岩黃耆缺二甲氧基紫檀烷、二甲氧基異黃烷和毛蕊異黃酮等

三種異黃酮與四種黃耆皂甙 (Ma *et al.* 2002) ，本計畫於 2003 年之預備試驗結果也得到類似結果。依本試驗數據，臺灣栽培 18 個月的膜莢黃耆產量應可達到標準以上，建議專業生產以 18 個月以上作爲採收期。而採收季節以 11~12 月及 1~4 月收穫最佳，所得到的黃酮類成分及皂甙成分含量較高，可以達到市售品的標準以上，建議勿在夏季 7~8 月成分最差的時候採收。臺灣栽培的黃耆的 3 種黃酮類含量不低，合計介於 0.272~0.551 mg/g 之間，地區中以霧社的含量爲最高，三地門次之，臺中第三，市售品最低，推測在霧社海拔 1200 m 及三地門海拔 800 m 之處，可以得到良好黃酮類物質的黃耆藥材。綜合三地區黃酮含量的表現，結果仍以種在霧社地區的膜莢黃耆之黃酮類的含量較高，種植在臺中的黃耆毛蕊異黃酮含量亦高於市售品。4 種黃耆皂甙 (astragaloside) 含量合計介於 0.737~1.077 mg/g 之間，地區中以市售品的總皂甙含量爲最高，臺中次之，與市售品差異爲不顯著，霧社第三，三地門總皂甙含量最低，就黃耆皂甙的含量觀之，以臺中平地生產的藥材爲佳，三地門地區含量低的原因，或與地處南臺灣常年高溫有關，值得進一步研究。本試驗爲台灣以正品黃耆分析黃酮與皂甙含量，所得數據並不偏低，與國外的研究報告是相近的 (Pan. & Shuan. 2005；Li & Fitzloff 2001；Zhou *et al.* 1995；Lin *et al.* 2000；Wu *et al.*2005) ，顯示臺灣種植的黃耆藥材之活性成分並不亞於國外進口品，此可以作爲在臺灣自行生產本草備要中記載的重要中藥材的一項參考。

黃耆是台灣的重要中藥，每年自國外的進口數量很高，六年來黃耆進口量與耗費美元不少，2005 年 3,252,968 kg，花費 4,105,528 美元，單價:1.26 美元;2004 年 3,108,156 kg，花費 3,408,575 美元，單價:1.09 美元; 2003 年 3,885,188 kg，花費 2,792,373 美元，單價:0.71 美元; 2002 年 3,615,345 kg，花費 2,289,130 美元，單價:0.63 美元; 2001 年 3,743,490 kg，花費 2,442,978 美元，單價:0.65 美元; 2000 年 4,022,778 kg，花費 2,622,688 美元，單價:0.65 美元; 以進口量(kg) 統計，進口量最大的年份爲 2000 年，其次爲 2003 年，再爲 2001 年，再爲 2002 年、2005 年，最後爲 2004 年; 若以耗費金額美元統計，耗費金額最大的年份爲 2005 年、2004 年，其次爲 2003 年，再爲 2000 年，再爲 2001 年，最後爲 2002 年;2000~2002 年每公斤單價均一致，至 2003 年價格些微調漲，到 2004 年價格高漲，2005 年再漲，因之才會有 2005 年及 2004 年進口的公斤數最少，卻是耗費美元最多的一年。因此有必要在台灣自行生產正品膜莢黃耆藥材。

自古以來，黃耆具有補氣的效用，黃耆在本草典籍上早有記載（Huang *et al.* 2001），黃耆始載於神農本草經上品，【釋名】黃芪（《綱目》)、戴糝（《本經》)、戴椹（《別錄》，又名獨椹）、芰草（《別錄》，又名蜀脂）、百本（《別錄》)、王孫（《藥性論》)。 明朝-李時珍曰：「耆，長也。黃耆，色黃，爲補藥之長，故名。今俗通作黃芪。或作蓍者，非矣。蓍，乃蓍龜之蓍，音尸。王孫與牡蒙同名異物。」所以黃耆不能寫成黃蓍。至於黃耆的採收月份古籍已明載，【集解】《別錄》曰：「黃芪，生蜀郡山谷、白水、漢中。二月、十月采，陰干。」至於黃耆的古時地道產地，根據魏晉南北朝齊人 (西元 500 年) 陶弘景曰：「第一出隴西洮陽，色黃白，甜美，今亦難得。次用黑水宕昌者，色白，肌理粗，新者亦甘而溫補。又有蠶陵白水者，色理勝蜀中者而冷補。又有赤色者，可作膏貼。俗方多用，道家不須。」 蘇頌 (恭曰)：「今出原州及華原者，最良，蜀漢不復采用。宜州、寧州者亦佳。」莖葉療渴及筋攣 瘀腫疽瘡《別錄》。可見古來黃耆作爲補氣藥材已久，本草也記載了名稱之由來、採收時間、用途和產地，例如二月、十月採，陰干，本試驗首次在台灣嚐試規模生產黃耆，採收時間在秋季的 10~12 月採收，活性成分的含量增加，在夏季採收的藥材則含量不佳，因此，在台灣種植中藥必需選擇合適的種植季節與收穫季節，並以適當的方式乾燥並保存藥材。

# 誌　　謝

本研究感謝藥之鄉生物科技有限公司補助部份經費。


# 引用文獻 (Literature cited)


Fu, K. T. 1998. Flora of Reipublicae Popularis Sinicae. Science Press, Beijing, China. 78 pp.

Huang, K. T., J. J. Din, and S. S. Tsau. 2001. Morden Ben Cao Gang Mu (2). Chinese Medical Technology Press, Bejing. 2394 pp.

Li, Wenkui and J. F. Fitzloff. 2001. Determination of Astragaloside Ⅳ in Radix Astragali (*Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* ) using high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detection. J. Chromatogr. Sci. 39: 459-462.

Lin, L. Z., X. G.. He, M. Lindenmaier, G. Nolan, J. Yang, M. Cleary, and S. X. Qie. 2000. Liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry study of the flavonoides of the root of *Astragalus mongholicus* and *A. membranaceus*. J. Chromatogr. A 876:87-95.

Ma, X. F., P. F. Tu ,Y. J. Chen, T. Y. Zhang, Y. Wei, and Y. Ito. 2003. Preparative isolation and purification of two isoflavones from *Astragalus membranaceus* Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao by high-speed counter-current chromatography. J. Chromatogr. A 992:193-197.

Ma, X. F., P. F. Tu, Y. J. Chen, T. Y. Zhang, Y. Wei, and Y. Ito. 2004. Preparative isolation and purification of isoflavan and peterocarpan glycosides from *Astragalus membranaceus* Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao by high-speed counter-current chromatography. J.Chromatogr. A 1023:311-315.

Ma, X. F., T. Y. Zhang, Y. Wei, P. F. Tu, Y. J. Chen, and Y. Ito. 2002a. Preparative isolation and purification of calycosin from *Astragalus membranaceus* Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao by high-speed counter-current chromatography. J. Chromatogr. A 962:243-247.

Ma, X. Q., J. A. Duan, D.Y. Zhu, T.T.X. Dong , and K.W.K. Tsim. 2000a. Chemical comparison of Astragali Radix ( Huangqi) from different region of China. Nat. Med. 54:213-218.

Ma, X. Q., J. A. Duan, D. Y. Zhu, T. T. X. Dong, and K. W. K. Tsim. 2000b. Sepcies identification of Radix Astragali (Huangqi) by DNA sequence of its 5S-rRNA spacer domain. Phytochemistry 54 :363-368.

Ma, X. Q., Q. Shi, J. D. Duan, T.X. Dong, and W. K. Tsim. 2002b. Chemical analysis of Radix Astragali (Huangqi) in China : A comparison with its adulterant and seasonal variations. J. Agric. Food Chem. 50:4861-4866.

Pan, J. A. and S. F. Shuan. 2005. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. p.212-213. *in*: Radix Astragali. Chemical Industry Press, Bejing, China.

Thsan, S. C. and L. S. Din. 2002. Active ingredient analysis book of Traditional medicine (2). Xueyan press, Bejing. 2042 pp.

Wu, T., S. W. A-Bligh, L. H. Gu, Z. T. Wang, H. P. Liu, X. M. Cheng, C. J. Branford-White, and Z. B. Hu. 2005. Simultaneous determination of six isoflavonoid in commercial Radix Astragali by HPLC-UV. Fitoterapia 76:157-165.

Zhou, Y., M. Hirotani, H. Rui, and T. Furuya. 1995. Two triglycosides triterpene astragalosides from hairy root cultures of *Astragalus membranaceus*. Phytochemostry 38:1407-1410.

行政院農業委員會農業試驗所 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895

# Agronomic Characters and Cctive Ingredient Contents of Astragali Radix Planted in Taiwan[1]

Yi-Kung Lin[2,3], Bang-Hua Chen[2,4], Yuan-Shiun Chang[3], Yue-Wun Wu[3], Sin-Yi Liu[2], Ruey-Sheng Lai[2], Jui-Lung Kao[2] and Jia-Ren Liu[2]

## Abstract

Lin, Y. K., B. H. Chen, Y. S. Chang, Y. W. Wu, S. Y. Liu, R. S. Lai, J. L. Kao, and J. R. Liu. 2006. Agronomic characters and active ingredient content of Astragali Radix planted in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 55(3):190-200.

In order to understand the agronomic characters of *A. membranaceus* and the active ingredient contents in Astragali Radix, the plants were cultivated at 3 different locations in Taiwan. The root of *A. membranaceus* is called Astragali Radix and it is a important traditional Chinese medicine in Taiwan. Two botanical forms of these medicinal plants including *A. membranaceus* and *A. membranaceus* var. *mongholicus* were used as our materials. The average plant height and branch numbers of *A. membranaceus* was 76 cm and 6, respectively, whereas *A. membranaceus* var. *mongholicus* was 68 cm and 9 after planting for 18 months. The fresh and dry leaf and stem weight were 374.6 g and 131.2 g, respectively, for *A. membranaceus*, and 366.3 g and 129.4 g for *A. membranaceus* var. *mongholicus*. The fresh and dry root weight of *A. membranaceus* was 264.3 g and 135.0 g, and *A. membranaceus* var. *mongholicus* was 203.6 g and 132.3 g, respectively. The yields of *A. membranaceus* was 1,342 kg/ha, and *A. membranaceus* var. *mongholicus* was 1,248 kg/ha. Based on the analysis results, the active ingredients, isoflavonoids, in the root consisted of three compounds including (1). (6aR,11aR)9,10-dimethoxypterocarpan-7-O-β-D-glucopyranoside, (2). (3R)-(-)- 7,2- hydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan-7-O-β-D-glucopyranoside, and (3). calycosin. The total contents of three isoflavonoids in the roots harvested from plants cultivated at Taichung, Sandimen and Wushe were 0.36 mg/g, 0.43 mg/g and 0.56 mg/g, respectively, whereas imported samples from market were 0.27 mg/g only. The total contents of four astragalosides were 1.08 mg/g extracted from the imported products and 0.95 mg/g, 0,87 mg/g and 0.74 mg/g from those planted at Taichung, Wushe and Sandimen, respectively. Both astragaloside contents in the imported products and the roots harvested from Taichung were not significantly different at p=0.05 by LSD test. The results indicated that *A. membranaceus* can be planted in Taiwan as a pioneer traditional Chinese medicinal crop.

**Key words:** *Astragalus membranaceus*, *A. membranaceus* var. *mongholicus*, agronomic character, active ingredient, Astragali Radix.

---

1. Contribution No. 2266 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: August 15, 2006.
2. Assistant Agronomist, Associate Agronomist and chief of branch at Guansi, Hsinchu, Senior Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Doctoral degree learning student, professor, docotor and doctoral degree learning student of China Medical University, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e mail: banghcheng@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (03)5476017.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 55(3):201~211 (2006)

# 水稻台中秈10號不同生育期對引起淡黃化型白葉枯病之菌株反應[1]

謝麗娟[2] 張義璋[2] 謝廷芳[3, 4]

## 摘　要

謝麗娟、張義璋、謝廷芳。2006。水稻台中秈 10 號不同生育期對引起淡黃化型白葉枯病之菌株反應。臺灣農業研究 55：201~211。

西元 2002 年，在農試所試驗農場進行兩期作水稻臺中秈 10 號不同生育期對 2 株分離自葉枯型病株和 3 株分離自淡黃化型病株之白葉枯病菌菌株的反應試驗，分別在插秧時、分蘗期和孕穗期等三個生育期進行接種，插秧時幼苗分別以剪葉及浸根方式接種，分蘗期和孕穗期則以剪葉及噴霧方式接種。結果發現兩期作水稻於插秧時採浸根接種，除第二期作以葉枯型病徵分離之菌株 XM 30 接種後無枯死病株外，其餘處理均可出現 kresek 病徵，剪葉接種則均出現葉枯型病徵，但未見淡黃化型病株。兩期稻作於抽穗時再調查三個生育期接種之發病情形，結果顯示插秧時以浸根與剪葉接種處理均未出現葉枯型病徵，剪葉接種之幼株雖都呈現葉枯病徵，但當罹病葉枯死後，即不再產生葉枯型之新病葉；在分蘗期和孕穗期各以剪葉與噴霧接種處理時，所有菌株於兩期作都出現感病性葉枯型病徵。其中由淡黃化型病株分離之 3 株白葉枯病菌菌株，除第一期作插秧時之剪葉處理未產生黃化株外，其餘在兩期作插秧時和分蘗期之各二種接種處理，至抽穗期調查時都產生淡黃化型病徵；然而，兩期作的孕穗期經噴霧與剪葉處理時，均未出現淡黃化病株。另外，供試之 2 株分離自葉枯型白葉枯病株之菌株，以任何方式接種，均未能在三個生育期造成淡黃化型病徵，顯示菌株間之病原性存在差異性。綜合上述結果顯示，水稻早期於插秧和分蘗期感染才容易產生淡黃化型病徵，至孕穗期感染即不顯現該病徵。kresek 和淡黃化型病徵皆屬於系統性病害，幼苗會產生 kresek，成株則出現淡黃化型。另外，第一期作插秧時低溫接種會引起 kresek 急速萎凋型及淡黃化型病徵，因此推論高溫並非此二型病害發生之必要條件。

**關鍵詞：**水稻、生育期、白葉枯病、淡黃化型病徵、急速萎凋型病徵、溫度。

## 前　言

由 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings *et al.*所引起的水稻白葉枯病分別有葉片呈典型條狀波浪病斑之葉枯型 (leaf blight) 、急速萎凋型 (kresek) 及葉片淡黃化型 (pale yellow leaves) 等三種病徵 (Hsieh 2003；Mew 1987；Ou 1985)。早在 1951 年即由橋岡氏記錄臺灣水稻出現葉枯型白葉枯病 (Hashioka 1951)，而自 1960 年臺中在來 1 號品種推出後，此病害即成爲水稻重

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2267 號。接受日期 95 年 9 月 8 日。
2. 本所植物病理組技佐、前副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所花卉研究中心研究員兼主任。
4. 通訊作者，電子郵件：tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw；傳真：(05)5820835

要病害之一，並以二期作發病較為嚴重。1950 年印尼首先發現”kresek”急性萎凋型病徵 (Reitsma ＆Schure 1950)，而臺灣則於 1974 年二期作，因推廣嘉農秈 11 號和嘉農秈選 8 號 (Hsieh 2003)，造成中南部地區嚴重發生”kresek”病害。1978 年謝氏報告指出苗期、感病品種、高菌量和高溫等，是發生此病徵型之重要因子 (Hsieh 1978)。直到 1997 年二期作之臺中秈 10 號，首次發現淡黃化型病徵，全葉淡黃化，導致抽穗不良，甚至全株枯死，遂造成彰化縣大村及鄰近鄉鎮地區的重大損失。2000 年在宜蘭地區水稻一期作亦發現該病害，中南部地區第二期作也普遍發生。

有關 *X. oryzae* pv. *oryzae* 引起淡黃化型白葉枯病之致病機制不明，目前尚未有定論。Ou 氏認為係白葉枯病菌在水稻莖基部聚集繁殖至一定濃度，使新葉因養份缺乏而呈現黃化 (Ou 1985)。Mew 氏則認為病原細菌若在木質細胞增殖，將因水份輸導作用受阻而呈現葉片急速萎凋的”kresek”病徵，但淡黃化型病葉並無萎凋，推測葉片黃化缺葉綠素的現象，可能係因細菌產生毒質而造成反光合作用的結果 (Mew 1987)。

淡黃化型病害主要發生於熱帶水稻栽培區，目前世界上有關此病徵型病害的研究甚少，本研究旨在探討水稻在何種生育期被病原侵染後較易出現淡黃化型病徵，並瞭解白葉枯病菌菌株間是否有差異性存在。

## 材料與方法

### 供試菌株與水稻種植

自宜蘭採集淡黃化型病株，截取病葉葉鞘近基部之莖節，先 1%次氯酸鈉表面消毒 3min 一次和無菌水漂洗三次後，以滅過菌之研缽加無菌水磨細，再以移植環 (transfering loop) 沾其汁液在 Wakimoto’s medium (WM) (Ou 1985)平板劃線，純化分離後依柯霍氏法則 (Koch’s postulates) 測定其病原性，再從中選取 3 株菌株 XB 26、XB 28 和 XB 30 供試。另取稻作病害研究室原保存，且自臺中和屏東採集之 2 株葉枯型病株所分離之白葉枯病菌菌株 XF 89-b 和 XM 30，共計 5 菌株進行測試。

田間試驗於 2002 年第一期與第二期作在農試所試驗農場 37 號田區，分別於插秧時、分櫱期和孕穗期等三個不同生長期，各以二種接種方式進行接種。供試稻品種為臺中秈 10 號，採完全區集設計 (Complete Block Design)，每一生長期每一接種處理各三重複，每重複栽植 64 叢（8 行 × 8 行），株距 22.5 × 22.5 cm。施肥量均以每十公畝基肥為氮肥 30 kg，磷肥 30 kg，鉀肥 10 kg 的量計算，共分二次施用，栽植期間並依一般稻作栽培方式管理。

### 不同時期病原菌之接種

取上述 5 株供試菌株，於接種前先以WM 固體培養基更新移植，活化後移入WM液體培養基振盪培養 72 hrs，並以無菌水調整其濃度約在 $10^{7-8}$ cfu/mL作為供試接種源 (Liao＆Chien 1982)。

插秧時之秧苗，第一期作為播種後三週，第二期作為播種後二週，分剪葉和浸根二種方式接種，即插秧前秧苗分別先依剪葉法做剪葉接種 (Kauffman *et al.* 1973)，或秧苗先以細菌菌液浸根接種後隨即進行插秧。分櫱期及孕穗期則分剪葉和噴霧二種方式接種，即稻株各依剪葉法做剪葉接種處理 (Hsieh *et al.* 2005)，或以細菌菌液噴佈心葉接種，直至菌液完全佈滿葉片。並以 WM 液體培養基當對照接種處理。每一生長期每一接種處理 64 稻叢，三重複共 192 叢稻株。再各於接種後 30 天依下列方法調查罹病情形。

**病害調查方法**

針對急性萎凋型病害係調查病株枯死率 (%)；淡黃化型病害爲記錄淡黃化莖數；葉枯型病害則係依菲律賓國際稻米研究所 (IRRI) 所訂葉發病面積佔全葉面積之百分率爲其罹病指數之判定依據，無病斑爲 0 級，發病面積率 1%以下訂爲 1 級，1-5%爲 3 級，6-25%爲 5 級，26-50%爲 7 級，51-100%爲 9 級 (International Rice Testing Program 1980)。

**不同生長期對不同菌株反應之分析**

比較在不同生長期接種不同病徵型所分離之菌株時，水稻呈現白葉枯病病徵反應之異同，並分析最適產生淡黃化型病徵之生長期及菌株。

## 結　　果

插秧時分剪葉和浸根接種處理。其中剪葉接種處理，經 30 天後，發現 5 株白葉枯病菌株 XB 26、XB 28、XB 30、XF 89-b 和 XM 30 均可使水稻出現感病性葉枯型病徵，其罹病度在第一期作分別爲 9、7、7、7 和 3 級，第二期作 5 菌株都達 9 級；浸根接種處理，於接種 30 天後，均未發生葉枯型病徵，但有造成急性萎凋，5 菌株引起病株之枯死率，第一期作分別爲 55.4、41.5、45.7、35.5 和 0.3%，第二期作各爲 41.9、26.1、19.1、30.7 和 0%。兩期作之二種接種處理，經 30 天後均未出現淡黃化型病徵（表 1）。於抽穗期再調查時，苗期之剪葉和浸根處理，兩期作中 5 菌株接種區水稻都未發現葉枯型病徵（表 2），其中 3 株自淡黃化型病株分離之菌株 XB 26、XB 28、XB 30 接種，除第一期作之剪葉處理不產生淡黃化型病徵外，其餘各處理區均會出現，即第一期作浸根處理區，3 株分離自淡黃化型病株之菌株分別使水稻產生 48、30、70 枝淡黃化莖數，第二期作之剪葉和浸根處理區分別得 2、3、7 和 15、36、30 莖淡黃化株（表 3）。

分櫱期行剪葉和噴霧接種處理。經 30 天後調查發現，5 菌株均引起水稻出現感病性葉枯型病徵，第一期作罹病度分別爲 9、6、7、7、5 級和 7、5、7、5、3 級，第二期作各爲 9、9、9、9、5 級和 6、5、7、7、3 級（表 2）。其中 3 株自淡黃化型病株分離之菌株都可引起水稻產生淡黃化型病徵，剪葉和噴霧處理於第一期作各得淡黃化莖數 120、24、61 和 73、2、59 枝，第二期作各得 51、36、47 和 7、11、25 枝；另 2 株葉枯型菌株於兩期作三個生長期之各二種處理接種區，則均未出現淡黃化株（表 3）。

孕穗期亦分剪葉和噴霧接種處理。經 30 天後調查，發現 5 菌株均可造成感病性葉枯型病徵，其罹病度於第一期作分別爲 7、5、5、6、3 級和 6、6、6、5、0 級，第二期作分別爲 7、9、9、9、5 級和 6、5、5、5、3 級（表 2）。但此二種接種處理，5 菌株都未能使水稻產生淡黃化病徵（表 3）。對照組以 WM 營養液處理，三個時期剪葉結果都未出現任何白葉枯病病徵。

## 討　　論

本研究於田間以 3 株分離自淡黃化型病徵及 2 株原保存分離自葉枯型病徵之白葉枯病菌株，分別於插秧時、分櫱期和孕穗期等 3 個生育期接種，測試對兩期作水稻臺中秈 10 號之致病反應，以瞭解水稻何時感染最易發生淡黃化型病徵。結果顯示急性萎凋型"kresek"和淡黃化型病徵都屬系統性病徵，幼苗感染會產生 kresek 病徵，成株則出現淡黃化型。且此淡黃化型病徵都出現在新葉，孕穗期接種就不產生，亦即早期感染容易發生此病徵型病害。又由第一期作插秧時浸根接種會引起

稻株發生 kresek 病徵；成株出現淡黃化型病株，顯示高溫並非 kresek 及淡黃化型病徵發生之必要因子。

兩期作插秧時之剪葉處理均可引起感病性之葉枯型病徵；浸根處理，除第二期作 1 株原保存菌株接種後未發現枯死病株外，其餘各菌株均使稻株黃化後隨即萎凋呈現 kresek 病徵。水稻抽穗時調查插秧時、分蘗期及孕穗期等三個生育期接種之發病情形，顯示插秧時以剪葉與浸根接種處理均未出現葉枯型病徵，剪葉處理幼株雖有呈現葉枯病徵，但當罹病葉枯死後，稻株即未再出現葉枯型的新病葉；分蘗期和孕穗期之剪葉及噴霧接種處理，發現所有菌株均使兩期作水稻呈現感病性葉枯型病徵。又其中 3 株分離自淡黃化型病株之菌株，除第一期作插秧時之剪葉處理不產生淡黃化株

表 1、水稻台中秈 10 號插秧時接種白葉枯病菌，一個月後各型病害之發病情形

Table 1. Effect of inoculation with *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* at different growing stages on occurrence of three types of bacterial wilt diseases on rice Taichung Sen No. 10 one month after transplanting

| Isolates | Kresek (% of died seedlings) | | Leaf blight (disease severity index) | | Pale yellow leaves (no. of affected stems) affected | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | So [z] | Cu | So | Cu | So | Cu |
| First crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 55.4 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| XB 28 | 41.5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| XB 30 | 45.7 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 35.5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| XM 30 | 0.3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| CK (WM)[y] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Second crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 41.9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| XB 28 | 26.1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| XB 30 | 19.1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 30.7 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| XM 30 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| CK (WM) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[z] Totally 192 plants of Taichung Sen No. 10 rice were inoculated. Inoculation methods: So, the rice roots were soaked in bacterial suspension; Cu, a half of leaves was cut by scissor infested with bacterial suspension.

[y] CK, the controls were inoculated by root dipping and leaf-clipping method without pathogen.

外，其餘插秧時和分櫱期之各二種處理水稻，於兩期作中都產生淡黃化型病徵；孕穗期二種處理於兩期作接種後均未見淡黃化病株。原保存之 2 株白葉枯病菌株，在三個生育期之各二種接種處理，均未使水稻出現淡黃化病徵，據此得知菌株間之病原性應存有差異性。

由試驗得知，水稻淡黃化型病徵均出現於新葉上，孕穗期進行接種時，即不再顯現此病徵型，顯示早期感染才容易發生淡黃化型病徵。又苗期之剪葉和浸根接種處理及對照區，到成株均未產生葉枯型白葉枯病（表 2），顯示試驗期間之氣候環境不適合葉枯型白葉枯病自然發生；但有出現淡黃化病株，由此推論插秧時浸根處理之未枯死稻株，其中部分秧苗根被感染，雖未產生急性萎凋型

表 2、不同生育期接種白葉枯病菌對水稻台中秈 10 號抽穗期發生葉枯型病徵之影響

Table 2. Effect of inoculation stages and inoculation methods on appearance of leaf blight symptoms caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* on rice Taichung Sen No. 10 at rice booting stage

| | Disease severity index at | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Seedling stage | | Active tillering stage | | Booting stage | |
| Isolates | So [z] | Cu | Sp | Cu | Sp | Cu |
| First crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 0 | 0 | 7 | 9 | 6 | 7 |
| XB 28 | 0 | 0 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| XB 30 | 0 | 0 | 7 | 7 | 6 | 5 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 0 | 0 | 5 | 7 | 5 | 6 |
| XM 30 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 3 |
| CK (WM)[y] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Second crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 0 | 0 | 6 | 9 | 6 | 7 |
| XB 28 | 0 | 0 | 5 | 9 | 5 | 9 |
| XB 30 | 0 | 0 | 7 | 9 | 5 | 9 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 0 | 0 | 7 | 9 | 5 | 9 |
| XM 30 | 0 | 0 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| CK (WM) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[z] Totally 192 plants of Taichung Sen no 10 rice were inoculated. Inoculation methods: So, the rice roots were soaked in bacterial suspension; Sp, the leaves of rice were sprayed with bacterial suspension; Cu, a half leaves of rice were cut by scissor infested with bacterial suspension.

[y] CK, the controls were inoculated without pathogen.

表 3、不同生育期接種對水稻台中秈 10 號抽穗期發生淡黃化型病徵之影響

Table 3. Effect of inoculation stages and inoculation methods on appearance of pale yellow leaf symptoms caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* on rice Taichung Sen No. 10 at rice booting stage

| | Percentage of yellowing stems at | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Seedling stage | | Active tillering stage | | Booting stage | |
| Isolates | So [z] | Cu | Sp | Cu | Sp | Cu |
| First crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 25.0 | 0 | 38.0 | 62.5 | 0 | 0 |
| XB 28 | 17.2 | 0 | 1.0 | 12.5 | 0 | 0 |
| XB 30 | 36.5 | 0 | 30.7 | 31.8 | 0 | 0 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CK (WM)[x] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Second crop season in 2002 | | | | | | |
| Pale-yellow-leaf isolates | | | | | | |
| XB 26 | 7.8 | 1.0 | 3.6 | 26.6 | 0 | 0 |
| XB 28 | 18.8 | 2.0 | 5.7 | 18.8 | 0 | 0 |
| XB 30 | 15.6 | 3.6 | 13.0 | 24.5 | 0 | 0 |
| Leaf blight isolates | | | | | | |
| XF 89-b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XM 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CK (WM) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[z] Totally 192 plants of Taichung Sen No. 10 rice were inoculated. Inoculation methods: So, the rice roots were soaked in bacterial suspension; Sp, the leaves of rice were sprayed with bacterial suspension; Cu, a half leaves of rice were cut by scissor infested with bacterial suspension.

[y] CK, the controls were inoculated with distilled water by leaf-clipping method.

病徵，但病菌於莖基部繼續繁殖聚積相當菌量，到成株雖遇氣候乾燥不適合葉枯型白葉枯病發生，卻可能產生淡黃化型病徵。由此更驗證 kresek 型與淡黃化型病徵均屬系統性病害 (Goto 1964)，唯在幼苗產生 kresek，成株則出現淡黃化型。

行政院農業委員會農業試驗所 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895

圖 1、台中秈 10 號水稻白葉枯病之三種病徵型（由上而下依序爲葉枯型、kresek 急性萎凋型與淡黃化型）。

Fig. 1. Three types of symptoms of rice bacterial blight caused by *Xanthomonas oryzae* p. *oryzae* on rice Taichung Sen No. 10. Different disease symptoms showed as leaf blight (upper), kresek, the seedling blight or wilt phase of the syndrome (middle), and pale-yellow leaves (lower).

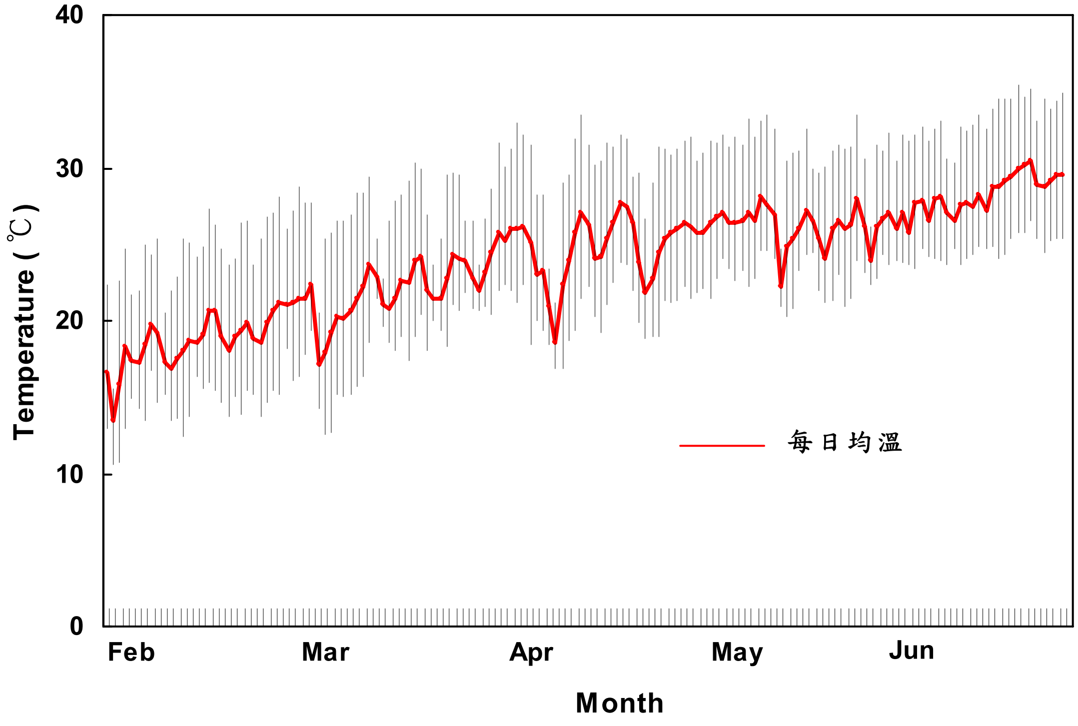


圖 2、台中霧峰地區 2002 年 2 月至 6 月的溫度變化。
Fig. 2. Temperature fluctuation at Wufeng, Taichung during February to June in 2002 .

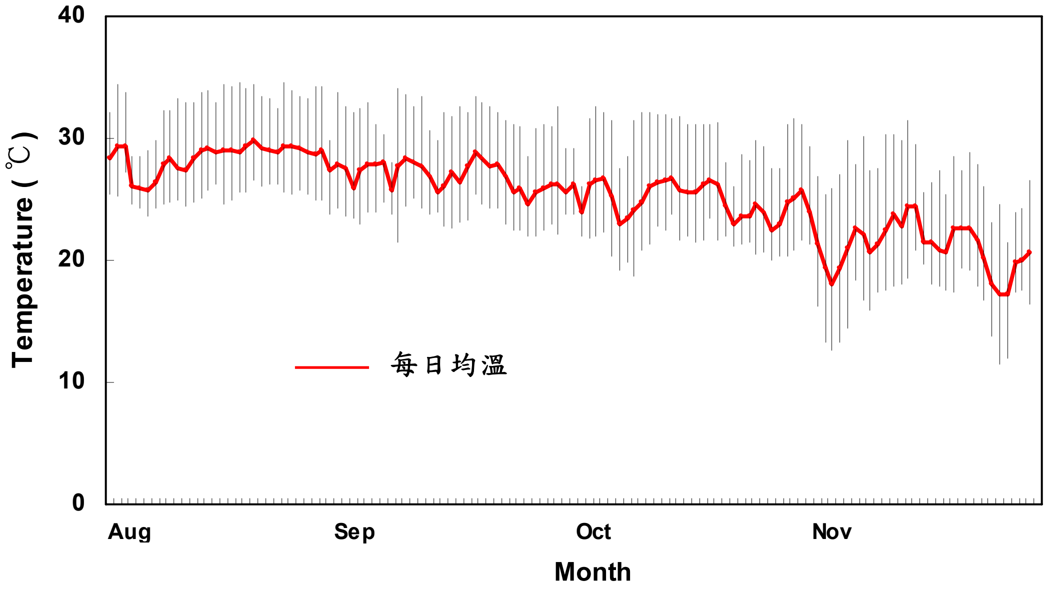


圖 3、台中霧峰地區 2002 年 8 月至 11 月的溫度變化。
Fig. 3. Temperature fluctuation at Wufeng, Taichung during August to November in 2002.

另外，一般都認爲 kresek 和淡黃化型病徵皆屬熱帶型病害，即在高溫下才會產生，但由本研究發現，第一期作插秧時各菌株浸根接種之急性萎凋率高，0.3-55.4%，且筆者等早先於 1998 年第一期作曾以彰化縣大村所採集且分離自淡黃化型病株之菌株做淡黃化型白葉枯病之病原學研究，在 2 月 25 日插秧接種時適值寒流，當日平均氣溫爲 15.7℃ (13.3~20.6℃)，接種以後 10 天之每日均溫在 16.6℃ (13.9~21℃)，結果 5 個菌株接種區都產生 9.7-31.5%之急性萎凋率。其餘未枯死稻株於其中 3 株分離自淡黃化型病徵之菌株接種區，至抽穗時亦都出現淡黃化病株。故知無論在第一期作的較低溫（圖 2）或第二期作的較高溫（圖 3）情況下進行接種，均會出現 kresek 型和淡黃化型病徵，據此推論高溫並非此二病徵型病害產生的必要條件。此結果與謝氏報告於 16℃接種水稻嘉農秈 11 號之葉和根部，均未產生 kresek 病害之結果不同 (Hsieh 1978)。另由實驗中兩期作於插秧時剪葉接種結果，均未產生 kresek 病株，亦與謝氏實驗結果由 21 天株齡水稻嘉農秈 11 號之剪葉接種，均會產生 kresek 病徵者不同 (Hsieh 1978)。

## 引用文獻 (Literature cited)


Liao, Y. M. and C. C. Chien. 1982. Pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Taiwan. J. Agric. Res. China 31(4):321-333. (in Chinese with English abstract)

Hsieh, S. P. Y. 1978. Factors affecting the expression of Kresek symptom on rice infected with *Xanthomonas oryzae*, the causal organism of bacterial blight. p.185-198 *in*: Rice Pests and Diseases:Ecology and Epidemiology. R.C.Chuo ed,.Council of Agriculture The Joint Commission on Rural Reconstruction. Taipei. Taiwan. (in Chinese)

Hsieh, S. P. Y. 2003. Bacterial blight of rice. p.323-338 *in*: Plant Protection Serial Book No.8. *in* Rice protection (Vol. 2). Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture. Taipei, Taiwan. (in Chinese)

Hsieh, L. J., Y. C. Chang and T. F. Hsieh 2005. J. Improvement of resistant screening techniques for bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* J. Taiwan Agric. Res. 54:15-22.（in Chinese with English abstract）

Goto, M. 1964. “Kresek”and pale yellow leaf,systemic symptoms of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda & Ishiyama) Dowson. Plant Dis. Rep. 48:858-861.

Hashioka, Y. 1951. Bacterial leaf blight of rice and its control. Agr. And Hort., Tokyo 26:644-648.

International Rice Testing Program. 1980. Standard Evaluation System for Rice. 2$^{nd}$ ed. IRRI, Philippines 44 pp.

Kauffman, H. E., A. P. K. Reddy, S. P. Y. Hsieh, and S. D. Merca. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Rep. 57:537-541.

Mew, T. W. 1987. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. Ann. Rev. Phytopathol. 25:359-382.

Ou, S. H. 1985. Bacterial leaf blight. p.61-96. *in*: Rice Disease. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 380 pp.

Reitsma, J. and P. S. J. Schure. 1950. “Kresek”, a bacterial disease of rice. Contributions of the Gentral Agricultural Research Station, Bogor No.117,17 pp.

# The Reaction of Taichung Sen No. 10 Rice Variety at Different Growth Stages to Pale-yellow Isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*[1]

Lih-Jiuan Hsieh[2], Yih-Chang Chang[2] and Ting-Fang Hsieh[3,4]

## Abstract

Hsieh, L. J., Y. C. Chang, and T. F. Hsieh. 2006. The reaction of Taichung Sen No. 10 rice variety at different growth stages to pale-yellow isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. J. Taiwan Agric. Res. 55:201-211.

The objectives of this study were to evaluate the susceptibility of Taichung sen 10 rice cultivar to the isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, the causal agent of bacterial leaf blight of rice, at the seedling, tillering and booting stages. The rice plants were inoculated with bacterial suspension by root-dipping and leaf-clipping methods at the seedling stage, with leaf-clipping and spraying methods at the tillering and booting stages. Totally five isolates of *X. oryzae* pv. *oryzae* were used for inoculation, of which 2 isolates were isolated from plants with leaf blight symptoms and 3 isolates from plants with pale-yellow-leaf symptoms. The experiments were conducted in two continuant crops of 2002 at the experimental field of Taiwan Agricultural Research Institute. Results showed that the seedlings inoculated by the root-dipping method before transplanting in both crops appeared kresek symptoms (death of whole seedlings), except seedlings inoculated with XM 30 isolate in the 2$^{nd}$ crop. Meanwhile, the seedlings inoculated by leaf-clipping method showed leaf blight symptoms in both crops. However, all bacterial isolates didn't induce pale-yellow-leaf symptoms of inoculated rice plants by both inoculation methods. Disease survey was done at the heading stage after inoculation at the three different growth stages of rice in two crops. Leaf blight symptom was not observed when seedlings inoculated by both methods before transplanting. However, leaf-blight symptoms were observed on the inoculated plants when inoculations were conducted at tillering and booting stages by both methods and in both two crops. Meanwhile, all of the 3 pale-yellow-leaf isolates induced pale-yellow-leaf symptoms on inoculated rice plants at the heading stage when inoculations were done at transplanting and tillering stages by both methods in both crops, except inoculation at the seedling stage by leaf-clipping method in the first crop. In addition, the pale-yellow-leaf symptoms were not found on rice plants inoculated at the booting stage by both methods. Besides, none of the leaf-blight isolates caused pale-yellow-leaf symptoms by all tested methods at all growth stages. These results indicated that the virulence of different types of pathova of the bacterium was different, and symptoms of pale-yellow-leaf were only induced by infection at the earlier stages, such as at the seedling and tillering stages. Both kresek and pale-yellow-leaf symptoms were due to the systemic infection with bacterial pathogen. The kresek symptoms

---

1. Contribution No. 2267 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted：September 8, 2006.
2. Respectively, Research Assistant and Former Associate Researcher, Plant Pathology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Senior Researcher and director, Floriculture Research Center, ARI, KuKeng, YunLin, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, E-mail: tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (05)5820835.

were observed at the seedling stage, whereas the pale-yellow-leaf symptoms on mature plants. In addition, both kresek and pale-yellow-leaf symptoms occurred under lower temperature at the first crop in Taiwan. This indicated that high temperature was not the necessary for induction of these two types of disease symptoms on rice plants.

**Key words:** Rice, Growth stages, Bacterial leaf blight of rice, Pale-yellow-leaf symptom, Kresek symptom, Temperature determination.

行政院農業委員會農業試驗所
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1895

# 台 灣 農 業 研 究 稿 約

一、本刊爲行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論〈可略去〉、誌謝（可略去）、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過 10 印刷頁爲原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不需分章節撰寫，但需附中英文摘要，全文以不超過 4 印刷頁爲原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿及電子檔案各一份〈內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份〉。文稿以A4 大小之白色紙張（長 29.6 公分，寬 21 公分）兩倍行高 (double space) 打字，12 號字體，左邊對齊，版面應上下預留 3 公分，左右 2 公分之空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。撰寫時，中文以細明體、英文以Times New Roman字體打字；英文字距一格，句距二格。審查接受之稿件，隨文請附紙本文稿一份與電子檔案，以利電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　　目：宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題 (Running title) 。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　　者：作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以“，”相隔，最後一人前加“and”字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chen。每一作者需附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　　要：不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、卷期及頁數，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過五百字爲原則。以中〈英〉文發表者須附英〈中〉文摘要，置於本文之後，且內容須與中〈英〉文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　　文：依序爲前言 (INTRODUCTION)、材料與方法 (MATERIALS AND METHODS)、結果 (RESULTS)、討論(DISCUSSION)、結論(CONCLUSION)、誌謝(ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻 (LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，須使用英（外）文以助明瞭時，須將英（外）文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目 (heading) 單行置於該章節之前，小章節題目 (subheading) 直接置於小章節之首。

表　格：

1、每一表格應分別繕製，須以 word 中“表格”工具製作，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 1 (Table 1.)，表 2 (Table 2.) 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。表格僅列橫線。

5、性質類同之圖與表，務請精簡與合併。

圖　片：

1、圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中加註者，應於圖中說明，或以括號註明於標題之後。

3、照片以光面紙爲原則，清晰度以縮小 50%可判讀爲宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面 (25 cm × 18 cm) 爲宜。

4、圖版及照片下方應有標題（或另頁繕寫），並按文中出現的順序加上圖 1 (Fig.1)、圖 2 (Fig.2) 等冠號，

5、在文中須標示清楚，以便對照。中文稿應中英文併寫，力求明確。

6、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

7、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、引用文獻 (Literature cited) 一列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之 文章及學位論文爲限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如 (Sung 1991)、(Lo 1991，1992)、(Chen & Ho 1983)、(Sung 1991; Hsu *et al.* 1992) ，置於引用文處。

2、文獻須以英文撰寫，以姓名字母爲序。作者相同時以年代先後爲序。

3、文獻之書寫方法以期刊爲例，依序爲作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

4、期刊名須用縮寫，縮寫方式參照美國出版之 “Serial Sources for the BIOSIS Previews Database” 規定。

5、文獻書寫範例如下：

(1) 原中文報告引用文獻出自學術性期刊

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34-43. (in Chinese with English abstract).

(2) 原中文報告引用文獻出自著作性書籍

Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. Chinese Agronomy Press, Taipei. 100 pp. (in Chinese).

(3) 原中文報告引用文獻出自編輯性書籍

Yang, C. M. and C. Y. Lin. 2003. Studies on rice precision farming system. p.1-12. *in*: Rice Precision Farming System. (Yang, C. M. and C. Y. Lin, eds.) Agric. Res. Inst. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract).

(4) 原中文報告引用文獻出自研討會專刊

Chang C. A. 2001. Application and extension of virus-free seedling for the control of virus diseases of passionfruit in Taiwan. p.31-38. *in* the Proceeding of Symposium on Application of Healthy Plant for Control of Plant Diseases. Taiwan Phytopathol. Soc. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract).

四、單位、縮寫格式、括號及統計分析

1. 所有度量衡均採公制，數量如用中〈英〉文數字，單位以中〈英〉文全名表示；數量如用阿拉伯數字，單位以 SI units 爲準，如一公尺 (one meter, 1 m) 、二公克(two grams, 2 g) 、三公升 (three liters, 3 L) 、四毫升 (four milliliters, 4 mL) 。各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里 (km)、公尺 (m)、公分〈=厘米〉(cm)、公釐〈=毫米〉(mm)、微米 (μm)。

(2)重量 (W)：公斤 (kg)、公克 (g)、μg。

(3)容積 (V)：公升 (L)、公撮〈=毫升〉(mL)、μl。

2. 溫度：攝氏（℃）、絕對溫度 (K，但須加以說明) 。
3. 時間：年 (yr)、月 (mo)、週 (wk)、日〈天〉(day, days)、時 (hr)、分 (min)、秒 (sec)。
4. 濃度：莫耳 (M)、千分之一莫耳 (mM)、當量 (N)、千分之一當量 (mN) 。
5. 重力加速度：*g*。
6. 其他之縮寫：平均 (*av*)、大約 (*ca*)、直徑 (diam.)。
7. 括號：括號內文為西文者，使用半形括號 ( )，括號前後各空一格；括號內文為中文或日文者，使用全形括號（ ），前後不空格。
8. 統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、…表示者均應加註顯著機率值 $P$〈例如 $P<0.01$〉；各統計量請採慣用符號，例如相關係數 ($r$) 、決定係數 (R)、變異係數 (cv)、標準機差 (se) 等。

五、生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點 “.”，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。

六、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案 (IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他) ，並由作者負責前二校。除筆誤與錯字外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。

七、投稿本期刊之稿件，不得投稿其他刊物。稿件經本期刊接受後，刊登權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

# 台　灣　農　業　研　究

## (原中華農業研究)

### 第五十五卷　第三期

中華民國九十五年九月出版



發行人：林俊義

總編輯：安寶貞

主　編：吳宜晏　蕭淑芬　黃淑華　楊舜臣

編審委員：

農藝組：吳明哲（主審）
呂秀英　陳一心　楊純明　劉新裕

園藝組：歐錫坤（主審）
王德男　施昭彰　徐信次　劉政道
黃肇家

農化組：廖慶樑（主審）
郭鴻裕　簡宣裕

植病組：張清安（主審）
安寶貞　程永雄　蔡武雄　鄧汀欽
謝廷芳

應動組：王清玲（主審）
陳炳輝　陳健忠　鄭　允　溫宏治

農機組：蔡致榮（主審）
黃禮棟　梁連勝

種原組：黃勝忠（主審）

農經組：潘德芳（主審）

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 55, No. 3 Sep. 2006

# JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITOR IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Wu, Yi-Yan　Shiau, Shu-Fen　Huang, Shu-Hua　Yanf, Shem-Chem

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An (Plant Pathology)
Ou, Shyi-Kuan (Horticulture)
Tsay, Jyh-Rong (Agriculture Engineering)
Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)
Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)
Wu, Min-Tze (Agronomy)
Huang, Sheng-Chung (Crop Genetic Resources)
Pan, Te-Fang (Agriculture Economics)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei　Chen, Chien-Chung　Chen, Yi-Shin
Cheng, Edward Yun　Cheng, Yung-Hsiung　Chien, Shiuah-Yuh
Deng, Ting-Chin　Guo, Horng-Yuh　Hsieh, Ting-Feng
Hsu, Hsin-Tszu　Huang, Chao-Chia　Huarng, Li-Duhng
Liang, Lien-Sheng　Liou, Tsung-Dao　Liu, Sin-Yie
Shih, Jau-Chang　Tsai, Wu-Hsiung　Wang, Der-Nan
Wen, Hung-Chich　Yang, Chwen-Ming

Reviewers of the related fields are also invited from universities and other research organizations

# 台灣農業研究第五十五卷第三期

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所

發 行 人：林俊義

總 編 輯：安寶貞

地　　址：台中縣霧峰鄉萬豐村中正路一八九號

網　　址：htpp://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)2330-2301～5

印 製 者：釆京藝術印刷有限公司

地　　址：台中市西屯區河南路二段二六二號十三樓之九

電　　話：(04)2452-7929

出版日期：九十五年九月三十日

Sep. 2006

# Journal of Taiwan Agricultural Research

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Vol. 55, No.3

台灣農業

## Research Report


Breeding of Purple-glutinous Maize Hybrid Tainung No.5
Guang-Jauh Shieh, and Hung-Shung Lu ..........149

The Character of Purple-glutinous Maize Hybrid Tainung No.5
Guang-Jauh Shieh, Jyh-Ru Yu, Jyh-Nong Tsai and Shwu-Jen Tsai ..........164

Correlation Analysis and Variation of Pericarp Characters of Tainan-white Maize Inbred Lines
Guang-Jauh Shieh ..........174

Study on the Properties of Brewing Spirits from Sweet Potato Varieties
Hsin-Chen Lee, Shwu-Jene Tsai, Huey-Ing Liu, and Yi-Shin Chen ..........181

Agronomic Characters and Active Ingredient Contents of Astragali Radix Planted in Taiwan
Yi-Kung Lin, Bang-Hua Chen, Yuan-Shiun Chang, Yue-Wun Wu, Sin-Yi Liu, Ruey-Sheng Lai, Jui-Lung Kao, and Jia-Ren Liu ..........190

The Reaction of Taichung Sen No. 10 Rice Variety at Different Growth Stages to Pale-yellow Isolates of *Xanthomonas oryzae pv. oryzae*
Lih-Jiuan Hsieh, Yih-Chang Chang and Ting-Fang Hsieh ..........201



Published by **The Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture** Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號　中華郵政中臺字第〇三〇九登記為雜誌交寄

ISSN 0022-4847
9 770022 484003
GPN 2009500560
定價：新台幣一七五元